



TUGAS AKHIR - TM 141585

**PERANCANGAN CETAKAN *INJECTION MOLDING* UNTUK
MIKA LAMPU SEIN DEPAN YAMAHA JUPITER Z 2010**

YOHANES PANDU TIAN LAKSMANA
NRP. 2110 100 071

Dosen Pembimbing
Prof. Dr.-Ing. Ir. I Made Londen Batan, M.Eng.

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Intitut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017



FINAL PROJECT - TM 141585

**DESIGNING MOLD BY USING INJECTION MOLD FOR
TURN SIGNAL FRONT LIGHT YAMAHA JUPITER Z 2010**

YOHANES PANDU TIAN LAKSMANA
NRP. 2110 100 071

Supervisor
Prof. Dr.-Ing. Ir. I Made Londen Batan, M.Eng.

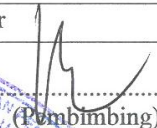
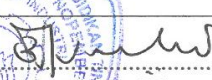
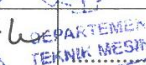
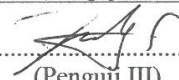
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2017

**PERANCANGAN CETAKAN *INJECTION MOLDING*
UNTUK MIKA LAMPU SEIN DEPAN YAMAHA
JUPITER Z 2010**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Bidang Studi Manufaktur
Program Studi S-1 Departemen Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh
YOHANES PANDU TIAN LASMANA
NRP. 2110 100 071

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir	
Prof. Dr.-Ing. Ir. I Made Londen B., M.Eng. NIP. 1958061986011001	 (Pembimbing)
Bambang Pramujati, S.T. M.Sc., Ph.D. NIP. 196912031994031001	 (Penguji I)
Dinny Harnany, S.T., M.Sc. NIP. 2100201405001	 (Penguji II)
Indra Sidharta, S.T., M.Sc. NIP. 198006192006041004	 (Penguji III)

**SURABAYA
Juli 2017**

PERANCANGAN CETAKAN *INJECTION MOLDING* UNTUK MIKA LAMPU SEIN DEPAN YAMAHA JUPITER Z 2010

Nama Mahasiswa : Yohanes Pandu Tian Laksana
NRP : 2110 100 071
Departemen : Teknik Mesin FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Dr.-Ing. Ir. I Made Londen
Batan, M.Eng.

ABSTRAK

Kebutuhan akan transportasi di Indonesia kian tahun kian meningkat seiring bertambahnya penduduk. Banyak komponen motor lama yang spare partnya sulit dicari dipasaran mengingat ditinggalkannya sepeda motor versi lama dengan yang baru. Atas permintaan pasar yang cukup besar inilah yang membuat dirancang sebuah molding dari komponen motor yaitu mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010. Selain tujuan pemilihan dari topik judul tugas akhir ini ada tujuan yang ingin dicapai yaitu ingin memperoleh geometri 3D CAD produk, memperoleh rancangan cetakan lengkap dari produk, serta memperoleh parameter injeksi untuk mendapatkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

Tahap awal yang dilakukan dalam perancangan cetakan injection molding untuk mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010 adalah dengan men 3D scan produk original lalu mereverse engineering hasil 3D scan agar didapat data 3D CAD produk. Lalu dari data 3D CAD yang didapat, dilakukan perencanaan perhitungan mold hingga diperoleh gaya cekam mesin harus lebih besar dari pada gaya injeksi jika belum maka dilakukan proses perhitungan ulang sampai didapatkan hasil gaya cekam mesin lebih besar dari pada gaya injeksi. Tahap berikutnya adalah membuat gambar 3D assembly & explode mold dan 2D drawing komponen mold. Lalu menentukan setting parameter proses injeksi untuk

dimasukan kedalam analisa menggunakan software Autodesk Moldflow Advicer seperti data material plastik yg digunakan yaitu Sumipex-MH Polymethyl Methacrylate Resin dan Spesifikasi mesin injection molding yang digunakan yaitu HWA CHIN MACHINERY, dengan model HC-Series 300 tipe S. Adapun hasil dari simulasi menunjukan adanya cacat, jika hasil simulasi terdapat cacat yang melebihi spesifikasi yang ditetapkan maka dilakukan setting ulang parameter proses injeksi sampai didapatkan hasil simulasi yang sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Lalu setelah mendapatkan hasil simulasi yang sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan, dilakukan simulasi molding window dengan menggunakan software Autodesk Moldflow Advicer.

Hasil yang didapat dari perencanaan cetakan ini adalah gambar 3D CAD assembly dan explode serta gambar 2D teknik produk dengan dimensi sebesar (274,96 X 227,38 X 93,72)mm serta spesifikasi seluruh komponen utama mold. Jenis mold base yang digunakan menggunakan two plate dan jumlah cavity yang digunakan adalah 2 buah (mirror part). Parameter injeksi yang didapat dengan bantuan simulasi molding window adalah Mold Temperature sebesar 78,89 °C, Melt Temperature sebesar 245 °C, Injection Time sebanyak 2,405 sec, dan Maximum Injection Pressure sebesar 173,380 MPa.

Kata Kunci: Lampu Sein, 3D Scanning, Reverse Engineering, PMMA, Injection Moulding, Simulasi Autodesk Moldflow

DESIGNING MOLD BY USING INJECTION MOLD FOR TURN SIGNAL FRONT LIGHT YAMAHA JUPITER Z 2010

Name : Yohanes Pandu Tian Laksmana
Reg Number : 2110 100 071
Departement : Teknik Mesin FTI-ITS
Supervisor : Prof. Dr.-Ing. Ir. I Made Londen
Batan, M.Eng.

ABSTRACT

The need for transportation in Indonesia is increasingly increasing as the population grows. Many of the old motor components that spare part difficult to find in the market considering the abandonment of the old version of the motorcycle with a new one. At the request of a large enough market is what makes designing a molding of the motor components that turn signal front lamp Yamaha Jupiter Z 2010. In addition to the election goal of the topic title of this final task there is a goal to be achieved is to acquire 3D CAD geometry product, obtaining a complete mold design The product, as well as obtaining injection parameters to obtain products that conform to established specifications.

Initial stages in the design of injection molding molds for light sein ahead Yamaha Jupiter Z 2010 is to men 3D original product scan and reverse engineering 3D scan results to obtain 3D CAD product data. Then from the 3D CAD data obtained, done the calculation of the mold planning to obtain the engine must be greater than the style of injection force injection if not then re-calculation process to obtain the results of the engine-style force greater than the injection style. The next stage is to create 3D assembly & explode mold drawings and 2D drawing mold components. Then determine the parameters of injection process parameters to be included into the analysis using Autodesk Moldflow Advicer software such as plastic material data used Sumipex-MH Polymethyl Methacrylate Resin and

Injection molding machine Specification used is HWA CHIN MACHINERY, with model HC-Series 300 type S. As for The results of the simulation show the defect, if the simulation results there are defects that exceed the specified specification then re-setting parameters of the injection process until the simulation results obtained in accordance with the specified specifications. Then after getting the simulation results in accordance with the specified specifications, simulation of window molding using Autodesk Moldflow Advicer software.

The results obtained from this mold planning are 3D CAD assembly and explode images and 2D drawings of product engineering with dimensions of (274,96 X 227,38 X 93,72) mm and the specifications of all major mold components. Type of base mold used with two plate and the amount of cavity used is 2 pieces (mirror part). Injection parameters obtained with the help of simulation molding window is Mold Temperature of 78,89 °C, Melt Temperature of 245 °C, Injection Time as much as 2,405 sec, and Maximum Injection Pressure of 173,380 MPa

Keywords: Mika Sein Lamp, PMMA, Injection Molding, Autodesk Moldflow Simulation

KATA PENGANTAR

Laporan ini merupakan Tugas Akhir penulis untuk meraih gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Mesin ITS. Pada laporan ini disajikan hasil belajar penulis selama 7 tahun, serta hasil bekerja sebagai karyawan aktif di CV. Rannova Technology selama 7 tahun sejak mahasiswa baru angkatan 2010 dengan bidang lingkup pekerjaan yang dikerjakan oleh penulis sebagai *3D Modeller, Reverse Engineering, Product Development, 3D Scanning, & 3D Printing*.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian tugas akhir ini, penulis tidak lepas dari bantuan dan dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah Bapa, Yesus Kristus dan Roh Kudus.
2. Orangtua penulis, ayah penulis Alm. Cristianus Nurak, Ibu penulis Ruth Sumardi Ningsih, adik-adik penulis Ignatius Nando Florentinus dan Margaretha Wellin Christiani, serta nenek penulis, Maria Magdalena Rompis yang selalu mendukung, mendoakan, dan menginspirasi penulis.
3. Pak Prof. Dr.-Ing. Ir. I Made Londen Batan, M.Eng. selaku pembimbing tugas akhir penulis, yang dengan setia dan sabar membimbing, memotivasi, mendoakan penulis agar menyelesaikan tugas akhir ini untuk meraih tujuan dan impian penulis. Banyak pengalaman dan pelajaran yang telah diberikan Pak Prof. kepada penulis dalam hal ketepatan waktu serta disiplin yang tak akan penulis lupakan seumur hidup disaat sempat mundurnya sidang Tugas Akhir tanggal 24 Juli 2017. Berangkat dari pengalaman itu, penulis akan berubah menjadi pribadi yang lebih baik dan lebih baik lagi serta akan menjadi pribadi yang akan dibanggakan kelak oleh Pak Prof.

4. Pak Bambang Pramujati, S.T., M.Sc., Ph.D., Bu Dinny Harnany, S.T., M.Sc., dan Pak Indra Sidharta, S.T., M.Sc., selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah sabar memberikan waktu dan kesempatan disaat terakhir kepada penulis, sehingga penulis dapat lulus Sidang Tugas Akhir.
5. Pak Vincent Edi Jasin, selaku *Big Boss* penulis yang mendukung dan memberikan motivasi penulis agar penulis segera lulus dari bangku kuliah.
6. Pak Yosy Vendijanto, selaku Pimpinan CV. Rannova Technology dimana penulis bekerja yang telah memberikan dukungan dan motivasi agar terselesaikannya tugas akhir penulis.
7. Pak Johan Setiono, selaku Direktur PT. Dianbatara Perkasa yang telah memberikan wawasan tentang ilmu material plastik yang sering digunakan dalam proses *injection molding* kepada penulis serta memberikan dukungan dan doa agar penulis dapat segera lulus dari S1 Teknik Mesin ITS
8. Pak Tri Joko Purnomo dan Pak Javar Sodiq, selaku karyawan CV. Teknik Unggul Makmur yang telah memberikan wawasan serta ilmu tentang bagaimana merancang suatu cetakan *injection mold* dari awal hingga sampai akhir.
9. Iklas Ahmad Kurnianto dan Immanuel Roni Anto Mariadi beserta Rifki Wibisono, selaku sebagai saudara sepupu, teman, dan karyawan CV. Rannova Technology yang telah banyak membantu penulis dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini serta *menghandle* semua pekerjaan saat penulis ijin tidak masuk bekerja saat pengerjaan laporan Tugas Akhir ini.

10. Pak Bambang Mugyono, selaku karyawan CV. Rannova Technology yang telah membantu penulis.
11. Pak Santoso, selaku karyawan TGP yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis agar berhasil dalam ujian sidang Tugas Akhir.
12. Ko Aldi Soelistyo, selaku teman dan rekan kerja di CV. Tiga Mutiara yang telah memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis sampai akhirnya penulis berhasil lulus dari Teknik Mesin ITS.
13. Pak Stevanus Ongkojoyo dan Pak Agustinus Tribudi, selaku rekan kerja dan motivator dalam hidup penulis.
14. Pak Hendro, selaku pimpinan perusahaan CV. Tiga Mutiara yang mendukung serta mendoakan agar penulis lulus dari Teknik Mesin ITS.
15. Seluruh anggota Laboratorium Perancangan dan Pengembangan Produk, Teknik Mesin ITS yang telah membantu dan memfasilitasi penulis untuk menyusun dan menyelesaikan tugas akhir ini.
16. Mas Rado, selaku senior Teknik Mesin ITS M-52 yang membantu penulis disaat-saat paling mendesak sehingga penulis dapat memenuhi persyaratan yudisium.
17. Tubagus Bima P dan agus selaku mahasiswa Teknik Mesin ITS laboratorium P3 yang telah membantu penulis dalam masa persiapan menuju sidang tugas akhir
18. Pak Sugianto, Pak Sutrisno, Pak Gatot, Pak Karmono, Pak Dian, Pak Pambudi, Mas Faisal Ibrahim, dan mas Reza selaku karyawan Teknik Mesin ITS. Terima kasih atas sharing pengalaman, teladan hidup serta motivasi yang diberikan pada penulis.

19. Pak Kamit, Pak Samsul, Pak Ketut, Pak Trobos, Pak Zaenal, selaku Security Perusahaan PT. Dianbatara Perkasa yang telah membantu penulis dalam membukakan pintu gerbang sampai larut malam agar penulis bisa mengerjakan tugas pekerjaan tanggung jawab di CV. Rannova Technology
20. Go Peter Christian Tejo Hutomo, teman penulis yang sangat baik, yang tidak akan menolak jika penulis membutuhkan uluran bantuan, teman sharing yang asyik, dan teman yang dapat diandalkan disaat penulis butuh pertolongan. Penulis benar-benar mengucapkan special thanks kepada Peter, penulis tidak akan melupakan kebaikan yang pernah Peter lakukan.
21. Fuad Ermansyah, selaku mahasiswa Teknik Mesin angkatan M-53 yang telah memberikan dukungan dan doa agar penulis lulus ujian sidang Tugas Akhir.
22. Mas Albertus Putra, selaku alumni Despro ITS yang telah memberikan bantuan, dukungan dan doa agar penulis lulus ujian sidang Tugas Akhir.
23. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin ITS, terutama angkatan M-53. Seluruh keluarga besar penulis yang sudah mendukung dan membantu baik secara moral maupun materi sehingga penulis dapat menyelesaikan sekolah hingga tingkat sarjana.
24. Dan ucapan terima kasih kepada orang-orang yang selama ini telah membantu penulis baik itu secara tenaga serta materi dalam penulis berkuliah di Teknik Mesin ITS yaitu Aufar Nugraha, Achmad Bimo Singo, Mas Sangkil, Mas Bimo, Mbak Devi, Faisal Febrianto, Annis Khoir Wibowo, dan semua teman-teman yang tak bias saya sebutkan satu persatu. Terima kasih banyak.

25. Serta orang yang telah memberikan pelajaran hidup yang pahit dalam hal percintaan penulis

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna, baik dalam penulisan laporan maupun analisis yang penulis lakukan. Oleh karena itu, diharapkan ada mahasiswa yang melakukan penelitian di bidang perancangan *mold* dapat menyempurnakan tugas akhir ini. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Surabaya, Juli 2017

Yohanes Pandu Tian Laksana

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv

ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR SIMBOL	xxvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Batasan Masalah	6
1.5. Manfaat penelitian.....	
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN	
DASAR TEORI	9
2.1. Kajian Pustaka	5
2.2. Dasar Teori	6
2.2.1. Mika Lampu Sein Depan Yamaha	
Jupiter Z 2010	6
2.2.2. <i>3D Scanning</i>	7
2.2.3. <i>Reverse Engineering</i>	9
2.2.4. Proses Injeksi Plastik	12
2.2.4.1. Sistem 2 <i>Plate</i>	12
2.2.4.2. Sistem 3 <i>Plate</i>	13
2.2.4.3. Sistem <i>Runnerless Mold.</i>	14
2.2.5. Fungsi dan Komponen Utama <i>Mold</i>	15
2.2.5.1 <i>Movable Plate</i>	16
2.2.5.2. <i>Fixed Plate</i>	16
2.2.5.3. <i>Core Plate</i>	16
2.2.5.4. <i>Cavity Plate</i>	16
2.2.5.5. <i>Support Plate</i>	16
2.2.5.6. <i>Insert (Core & Cavity)</i> ...	17

2.2.5.7. <i>Spacer Block</i>	21
2.2.5.8. <i>Slide Core</i>	22
2.2.5.9. <i>Angular Pin</i>	23
2.2.5.10. <i>Locking Block</i>	23
2.2.5.11. <i>Core Push Back Spring</i>	23
2.2.5.12. <i>Core Stop Block</i>	23
2.2.5.13. <i>Loose Core</i>	24
2.2.5.14. <i>Locate Ring</i>	25
2.2.5.15. <i>Sprue Bush</i>	26
2.2.5.16. <i>Sprue Lock Pin</i>	27
2.2.5.17. <i>Guide Pin</i>	27
2.2.5.18. <i>Guide Bush</i>	28
2.2.5.19. <i>Ejector Plate</i>	29
2.2.5.20. <i>Ejector Pin</i>	29
2.2.5.21. <i>Return Pin</i>	29
2.2.5.22. <i>Stop Pin</i>	30
2.2.5.23. <i>Ejector Rod</i>	30
2.2.5.24. <i>Ejector Guide Pin</i>	31
2.2.5.25. <i>Ejector Guide Bush</i>	31
2.2.5.26. <i>Ejector Stopper</i> <i>(Stroke End Pin)</i>	32
2.2.6. <i>Sistem Saluran</i>	32
2.2.6.1. <i>Sprue</i>	33
2.2.6.2. <i>Runner</i>	34
2.2.6.2.1. <i>Bentuk Potongan</i> <i>Runner</i>	34
2.2.6.2.2. <i>Ukuran Runner</i> .	35
2.2.6.2.3. <i>Layout Runner</i> .	38
2.2.6.3. <i>Gate</i>	39
2.2.6.3.1. <i>Limited Gate</i>	39
2.2.6.3.2. <i>Unlimited Gate</i>	43
2.2.6.3.3 <i>Cara Menentukan</i> <i>Posisi Gate</i>	43
2.2.7 <i>Konstruksi Penanganan Under-Cut</i>	45

2.2.7.1. <i>Outside Slide Core Type</i> .	45
2.2.7.2. <i>Loose Core</i>	45
2.2.7.3. <i>Tipe Slide Core</i> Bagian	
Dalam	45
2.2.7.4. <i>Hydraulic Cylinder Type</i>	46
2.2.8. Pendorongan Keluar Produk	46
2.2.9. Pendinginan (<i>Cooling</i>) <i>Mold</i>	51
2.2.9.1. Posisi Lubang Pendingin	51
2.2.9.2. <i>Cooling Sisi Cavity</i>	51
2.2.9.3. <i>Cooling pada Core (Insert)</i>	53
2.2.10. Alur Pembuangan Gas dan Udara	56
2.2.11. <i>Tipe Gas Vent</i>	56
2.2.12. Cara Menentukan Material <i>Mold</i>	57
2.2.13. Jenis Material <i>Mold</i> dan	
Penggunaanya	58
2.2.13.1. <i>Roll Steel</i> untuk Umum	
(simbol JIS: SS400)	59
2.2.13.2. <i>Carbon Steel</i> untuk	
Konstruksi Mesin	
(simbol JIS: S250-S55C)	
.....	59
2.2.13.3. <i>Carbon Tool Steel</i> (Simbol	
JIS: SK3-SK7)	60
2.2.13.4. <i>Alloy Tool Steel</i> (Simbol	
JIS: SKD, SKS)	60
2.2.13.5. <i>Prehardened Steel</i>	61
2.2.13.6. <i>Heat Treatment</i> pada	
Material <i>Mold</i>	61
2.2.14. Proses Injeksi Plastik	63
2.2.15. Tekanan Injeksi	64
2.2.15.1. <i>Internal Injection Pressure</i>	
.....	64

2.2.15.2. <i>Pressure Drop</i>	65
2.2.15.3. Tekanan Minimum Injeksi	66
2.2.16. Gaya Pengekaman	66
2.2.17. Gaya Pelepasan Produk	67
2.2.18. Pendinginan Cetakan	67
2.2.18.1. Keseimbangan Panas Pada Pendinginan <i>Mold</i>	67
2.2.18.2. Jumlah Panas Yang Diterima <i>Mold</i>	69
2.2.18.3. Panas yang Dilepas Ke Udara Sekitar	69
2.2.18.3.1. Panas yang dilepas Secara konveksi	69
2.2.18.3.2. Panas yang dilepaskan Secara Radiasi	72
2.2.19. Waktu Siklus Proses Injeksi	73
2.2.19.1. Waktu Gerak Cetakan (t_b)	73
2.2.19.2. Waktu Penginjeksian .	74
2.2.19.3. Waktu Pengeluaran Produk	
2.2.19.4. Waktu Pendinginan	75
2.2.19.5. Waktu Siklus	75
BAB III METODE PENELITIAN	76
3.1. Diagram Alir Perancangan Cetakan Mika Lampu Sein Depan Yamaha Jupiter Z 2010	76

3.2. Tahap Perancangan Cetakan Mika Lampu Sein Yamaha Jupiter Z 2010.....	80
BAB IV PENGAMBILAN DATA	85
4.1. Diagram Alir Proses <i>3D Scanning</i>	85
4.1.1. Persiapan Produk dan Peralatan <i>3D Scanning</i>	88
4.1.2. Tahapan Proses <i>3D Scanning</i>	88
4.2. Diagram Alir Proses <i>Reverse Engineering</i>	96
4.2.1 Alat yang Digunakan	99
4.2.2 Tahapan <i>Reverse Engineering</i>	99
4.3. Diagram Alir Simulasi Proses Injeksi...	105
4.3.1 Alat yang Digunakan	108
4.3.2 Tahap Simulasi Proses Injeksi	108
BAB V PERENCANAAN CETAKAN	111
5.1. Gambar Teknik Produk.....	111
5.2. Data Sheet Material Plastik.....	112
5.3. Data Mesin Injeksi Yang Digunakan	113
5.4. Perancangan Rongga Cetakan.....	115
5.4.1 Perhitungan <i>Number of Cavity</i> (NoC_2).....	115
5.4.2. <i>Layout Cavity</i>	115
5.4.3. Perhitungan <i>Clamping Force</i>	116
5.4.4. Perhitungan Waktu Siklus.....	117
5.4.5. Perhitungan Panjang Saluran Pendingin	120
5.5 Perancangan <i>Mold</i>	123
5.5.1. Perancangan <i>Top Plate</i>	123
5.5.2. Perancangan <i>Cavity Plate</i>	124
5.5.3. Perancangan <i>Core Plate</i>	125
5.5.4. Perancangan <i>Support Plate</i>	126

5.5.5. Perancangan <i>Spacer Plate</i>	127
5.5.6. Perancangan <i>Bottom Plate</i>	128
5.5.7. Perancangan <i>Ejector Plate A</i>	129
5.5.8. Perancangan <i>Ejector Plate B</i>	130
5.5.9. Perancangan <i>Spring (Biru) A</i>	131
5.5.10. Perancangan <i>Spring (Biru) B</i> ...	131
5.5.11. Perancangan <i>Locating Ring</i>	132
5.5.12. Perancangan <i>Insert Cavity</i>	133
5.5.13. Perancangan <i>Insert Core</i>	134
5.5.14. Perancangan <i>Guide Rail A & B</i> .	136
5.5.15. Perancangan <i>Slider A, B, C, D &</i>	137
5.5.16. Perancangan <i>Sprue Bush</i>	139
5.5.17. Perancangan <i>Locking Block A & B</i>	139
5.5.18. Perancangan <i>Guide Lifter A & B</i>	140
5.5.19. Perancangan <i>Lifter A & B; Return Pin; Guide Pin (Leader Pin); Support Pillar</i>	142
5.5.20. Perancangan <i>Ejector Pin A, B, C, D, E & F</i>	143
5.5.21.Perancangan <i>Guide Bush (Leader Bush)</i>	145
5.5.22. <i>Assembly Mold</i>	145
BAB VI ANALISA SIMULASI	151
6.1. Simulasi <i>Mold Flow Advicer</i>	151
6.1.1. Perancangan Saluran Pendingin .	151
6.1.2. <i>Fill Time</i>	152
6.1.3. <i>Injection Pressure</i>	153
6.1.4. <i>Pressure Drop</i>	154
6.1.5. <i>Confidence of fill</i>	155
6.1.6. <i>Average Temperature</i>	156

6.1.7. <i>Quality Prediction</i>	157
6.1.8. <i>Temperature at Flow Front</i>	158
6.1.9. <i>Air Traps</i>	159
6.1.10. Analisa parameter proses injeksi	160
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1. Kesimpulan	163
7.2. Saran.....	165
 DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIOGRAFI PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.Sepeda motor Yamaha Jupiter Z 2010 [4] ..	6
Gambar 2.2.Produk mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010	7
Gambar 2.3.Proses <i>3D scanning</i> menggunakan mesin GOM Atos	8
Gambar 2.4. Alur Kerja <i>Reverse Engineering</i> [5]	9
Gambar 2.5. Contoh hasil dari data <i>3D scanning</i> atau biasa disebut data STL	10
Gambar 2.6. Contoh membangun <i>surface</i> dengan metode <i>boundary surface</i>	11
Gambar 2.7.Contoh hasil <i>deviasi</i> pada suatu produk terhadap refrensi data STL	11
Gambar 2.8. Sistem 2 <i>plate</i> [7]	13
Gambar 2.9. Sistem 3 <i>plate</i> [7]	13
Gambar 2.10. Sistem <i>runnerless mold</i> [7]	14
Gambar 2.11. Sistem pemanas dalam [7]	14
Gambar 2.12. Sistem pemanas luar [7]	15
Gambar 2.13. Nama komponen utama pada <i>mold</i> bagian 1 [7]	15
Gambar 2.14. Nama komponen pada <i>mold</i> bagian 2 [7]	15
Gambar 2.15. <i>Insert</i> [12]	17
Gambar 2.16. Model 1 unit & model <i>insert</i> [7]	18
Gambar 2.17. Macam-macam posisi <i>insert</i> [7]	19
Gambar 2.18. Gambar posisi <i>insert</i> [7]	19
Gambar 2.19. Gambar posisi <i>flange insert</i> [7]	20
Gambar 2.20. Gambar posisi <i>pocket insert</i> [7]	20
Gambar 2.21. Penempatan <i>insert</i> [7]	21
Gambar 2.22. Komponen-komponen <i>side core</i> [7]	22
Gambar 2.23. Cara kerja <i>locking block</i> [7]	23
Gambar 2.24. <i>Under cut treatment</i> dengan <i>loose core</i> [7]	24
Gambar 2.25. Jarak pergerakan B [7]	25

Gambar 2.26. <i>Locate ring</i> [8]	26
Gambar 2.27. <i>Sprue bush</i> [9]	27
Gambar 2.28. <i>Sprue lock pin</i> [10]	27
Gambar 2.29. <i>Guide pin</i> [11]	28
Gambar 2.30. <i>Guide Bush</i> [11]	28
Gambar 2.31. <i>Ejector plate</i> [13]	29
Gambar 2.32. <i>Ejector pin</i> [14].....	29
Gambar 2.33. <i>Return pin</i> [15]	30
Gambar 2.34. <i>Stop pin</i> [16]	30
Gambar 2.35. <i>Ejector rod</i> [17]	31
Gambar 2.36. <i>Ejector guide pin</i> [18]	31
Gambar 2.37. <i>Ejector guide bush</i> [19]	32
Gambar 2.38. <i>Ejector stopper (stroke end pin)</i> [22]	32
Gambar 2.39. Kontruksi <i>sprue, runner, gate</i> [25]	33
Gambar 2.40. Dimensi <i>Sprue</i> [22]	33
Gambar 2.41. Gambar bentuk potongan <i>runner</i> [7]	34
Gambar 2.42. Gambar ketebalan <i>runner</i> [7]	35
Gambar 2.43. Proses satu kali <i>cycle time</i> pada proses <i>injection molding</i> [7]	36
Gambar 2.44. Solusi penanganan untuk mendesign <i>runner</i> yang baik saat produk tebal atau tipis [7]	37
Gambar 2.45. <i>Layout runner</i> potongan penampang samping [7]	38
Gambar 2.46. <i>Layout runner</i> potongan penampang atas [7] ..	39
Gambar 2.47. Struktur <i>limited gate</i> [7]	40
Gambar 2.48. Struktur <i>submarine gate</i> [7]	40
Gambar 2.49. Struktur <i>pin point gate</i> [7]	41
Gambar 2.50. Struktur <i>fan gate</i> [7]	41
Gambar 2.51. Struktur <i>film gate</i> [7]	42
Gambar 2.52. Struktur <i>valve gate</i> [7]	42
Gambar 2.53. Struktur <i>direct gate</i> [7]	43
Gambar 2.54. Cara menentukan posisi <i>gate</i> [7]	44
Gambar 2.55. Tipe <i>side core</i> bagian dalam [7]	46
Gambar 2.56. <i>Ejector pin</i> [7]	47

Gambar 2.57. <i>Ejector bos</i> [7]	47
Gambar 2.58. <i>Ejector stepped pin</i> [7]	48
Gambar 2.59. Cara menentukan posisi <i>gate</i> [7]	48
Gambar 2.60. <i>Sleeve pin</i> [7]	49
Gambar 2.61. <i>Air compress ejection</i> [7]	49
Gambar 2.62. <i>2 step ejection</i> [7]	50
Gambar 2.63. <i>Hydraulic ejection</i> [7]	50
Gambar 2.64. Posisi lubang pendingin <i>cooling</i> pada <i>cavity</i> [7]	52
Gambar 2.65. Contoh lubang pendingin dalam 2 dimensi [7]	52
Gambar 2.66. Contoh lubang pendingin dalam 3 dimensi [7]	53
Gambar 2.67. Contoh lubang <i>core</i> terlalu kecil [7]	53
Gambar 2.68. Contoh lubang pendingin dalam keadaan normal [7]	54
Gambar 2.69. Contoh lubang <i>core</i> dilewati lubang saluran pendingin [7]	54
Gambar 2.70. Contoh lubang <i>core</i> memungkinkan dilewati lubang pendingin yg cukup besar. [7]	55
Gambar 2.71. Contoh lubang <i>core</i> terlalu kecil sehingga tidak dapat dilewati lubang pendingin atau <i>heat pipe</i> [7]	55
Gambar 2.72. Contoh alur pembuangan gas dan pembuangan udara sistem pendingin [7]	57
Gambar 2.73. Contoh menentukan materi material <i>mold</i> Standar penentuan material <i>mold</i> [7]	57
Gambar 2.74. Unit mesin injeksi [6]	63
Gambar 2.75. Keseimbangan panas pada <i>mold</i> [22].....	68
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> penelitian	
Gambar 4.1. <i>Flowchart</i> proses <i>3d scanning</i>	85
Gambar 4.2. Produk Mika lampu <i>sein</i> Yamaha Jupiter Z 2010 dibersihkan dari kotoran	88

Gambar 4.3. Proses penempelan <i>sticker sensor point</i> pada mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010	89
Gambar 4.4. Kepala <i>scanner</i> dipasangkan pada <i>treeport</i>	89
Gambar 4.5. Proses pemasangan kabel <i>3D scanner</i>	90
Gambar 4.6. Proses pemasangan kabel <i>scanning</i> di <i>rotation</i> <i>table</i>	91
Gambar 4.7. Proses menyalakan mesin <i>scanning</i>	91
Gambar 4.8. Proses penyemprotan <i>developer spray</i> keproduk lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010	92
Gambar 4.9. Proses pembersihan <i>sensor point</i> dari serbuk <i>powder</i>	93
Gambar 4.10. Proses <i>3D scanning</i> berlangsung mendapatkan data <i>surface</i> demi <i>surface</i>	93
Gambar 4.11. Proses <i>polygonaise mesh</i>	94
Gambar 4.12. Hasil proses <i>3D scanning</i> dengan <i>output</i> <i>format STL</i>	95
Gambar 4.13. <i>Flowcart</i> proses <i>reverse engineering</i>	96
Gambar 4.14. Proses <i>import</i> data <i>STL</i> di <i>software 3D CAD</i>	99
Gambar 4.15. Proses <i>align</i> data <i>STL</i>	100
Gambar 4.16. Proses <i>align</i> data <i>STL</i> searah sumbu Y.....	100
Gambar 4.17. Proses <i>align</i> data <i>STL</i> searah sumbu X.....	101
Gambar 4.18. Proses <i>align</i> data <i>STL</i> searah sumbu Z.....	102
Gambar 4.19. Proses membangun dan meng-edit <i>surface</i>	102
Gambar 4.20. Hasil <i>3D solid</i> pada <i>reverse engineering</i> .	103
Gambar 4.21. <i>Flowchart</i> proses simulasi proses injeksi .	104
Gambar 5.1. Gambar <i>Detail Drawing 2D</i> produk.....	111
Gambar 5.2. <i>Layout cavity</i>	116
Gambar 5.3. Detail drawing <i>Top Plate</i>	123
Gambar 5.4. Detail drawing <i>Cavity Plate</i>	124
Gambar 5.5. Detail drawing <i>Core Plate</i>	125
Gambar 5.6. Detail drawing <i>Support Plate</i>	126

Gambar 5.7. Detail drawing <i>Spacer Plate</i>	127
Gambar 5.8. Detail drawing <i>Bottom Plate</i>	128
Gambar 5.9. Detail drawing <i>Ejector Plate A</i>	129
Gambar 5.10. Detail drawing <i>Ejector Plate B</i>	130
Gambar 5.11. Detail drawing <i>Spring</i> (Biru) A & B [22]	131
Gambar 5.12. Detail drawing <i>Locating Ring</i>	132
Gambar 5.13. Detail drawing <i>Insert Cavity</i>	133
Gambar 5.14. Detail drawing <i>Insert Core A</i>	135
Gambar 5.15. Detail drawing <i>Guide Rail A & B</i>	136
Gambar 5.16. Detail drawing <i>Slider A, B, C, D dan E</i>	138
Gambar 5.17. Keterangan <i>Sprue Bush</i> [22].....	139
Gambar 5.18. Detail drawing <i>Locking Block A & B</i>	140
Gambar 5.19. Detail drawing <i>Guide Lifter A & B</i>	141
Gambar 5.20. Detail drawing <i>Lifter A & B; Return Pin; Guide Pin; Support Pillar</i>	143
Gambar 5.21. Detail drawing <i>Ejector Pin A, B, C, D, E, F, G, & H</i>	144
Gambar 5.22. Keterangan <i>Leader Bush</i> [22].....	145
Gambar 5.23. Explode Assembly Core mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010	148
Gambar 5.24. Explode Assembly Cavity mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010	149
Gambar 6.1. Rancangan saluran pendingin	152
Gambar 6.2. Analisa <i>fill time</i>	152
Gambar 6.3. Analisa <i>injection pressure</i>	153
Gambar 6.4. Analisa <i>pressure drop</i>	154
Gambar 6.5. Analisa <i>confidence of fill</i>	155
Gambar 6.6. Analisa <i>Average Temperature</i>	156
Gambar 6.7. Analisa <i>Quality Prediction</i>	157
Gambar 6.8. Analisa <i>Temperature of Flow Front</i>	158
Gambar 6.9. Analisa <i>Air Traps</i>	159

Gambar 6.10. <i>Cycle time breakdown</i> dari hasil Autodesk <i>Mold Flow Advicer</i>	161
Gambar 6.11. Hasil simulasi <i>molding window</i>	161

DAFTAR TABEL

Tabel 2.3. Contoh material yang digunakan menentukan material <i>mold</i>	61
Tabel 2.4. Harga faktor ketebalan dinding	65
Tabel 2.5. Koefisien gesek <i>thermoplastik</i> terhadap kekasaran permukaan <i>cavity</i>	67
Tabel 5.1. <i>Grade</i> dan <i>properties</i> material	112
Tabel 5.2. Tipe Kondisi pada <i>injection molding</i>	113
Tabel 5.3. Spesifikasi mesin injeksi	114
Tabel 5.4. Harga faktor tebal dinding	117
Tabel 5.5. <i>Part list assembly mold</i> dari mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010	145
Tabel 6.7. Hasil analisa <i>Autodesk Mold Flow Advicer</i> .	160

DAFTAR SIMBOL

Simbol

F_p	= Panjang aliran dari <i>gate</i> (cm)
F_s	= <i>Factor</i> tebal dinding (N/cm^3)
Q	= Debit aliran plastik (cm^3/s)
η	= Viskositas fluida plastik (Pa.s)
L	= Panjang saluran (cm)
R	= Radius saluran (cm)
W	= Lebar saluran (cm)
H	= Tebal saluran (cm)
F_i	= Gaya injeksi dari mesin (N)
P_i	= Tekanan injeksi internal (N/m^2)
A	= Luasan proyeksi produk (m^2)
F_e	= Gaya pelepasan produk (N)
μ	= Koefisien gesek antara plastic dan plat
A_c	= Luas permukaan produk yang mencekam permukaan plat (m^2)
p_A	= Tegangan kontak antara plastik dan <i>core</i>
Q_{pl}	= Perpindahan panas dari plastik cair kedalam <i>mold</i> (W)
Q_{ol}	= Perpindahan panas melalui media pendingin (W)
Q_{kv}	= Perpindahan panas ke sekeliling <i>mold</i> melalui konveksi (W)
Q_{kd}	= Perpindahan panas ke sekeliling <i>mold</i> melalui konduksi (W)
Q_{rd}	= Perpindahan panas ke sekeliling <i>mold</i> melalui radiasi (W)
m	= Berat produk (gr)
t_c	= <i>Cycle time</i>
h	= Selisih <i>enthalpy</i> pada <i>temperature</i> leleh plastik dan <i>temperature</i> pengeluaran produk (kl/kg)
Q_{kvv}	= Banyaknya panas yang dilepas oleh permukaan

vertical

T_u	=	Temperatur udara sekeliling ($^{\circ}\text{C}$)
T_w	=	Temperatur badan <i>mold</i> ($^{\circ}\text{C}$)
T_f	=	Temperatur film
M	=	Viskositas udara (m^2/det)
β	=	Konstanta ekspansi thermal
Pr	=	Bilangan prandtl
L	=	Tinggi <i>mold</i> (m)
A	=	Difusivitas thermal (m^2/det)
k	=	Konduktivitas panas ($\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)
L_c	=	Panjang karakteristik (m)
A_h	=	Luas permukaan <i>horizontal</i> (m^2)
P	=	Keliling permukaan <i>horizontal</i> (m)
Q_{rd}	=	Perpindahan panas secara radiasi (W)
A	=	Luas sisi-sisi <i>mold</i> (m_2)
E	=	Faktor emisi
C_3	=	Konstanta <i>Stefan-Boltzman</i> $= 5,669 \cdot 10^4 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$
V_{bb}	=	Kecepatan gerak membuka (cm/s)
V_{bt}	=	Kecepatan gerak menutup (cm/s)
t_b	=	Waktu gerak cetakan
t_i	=	Waktu penginjeksian
t_{i*}	=	Waktu injeksi sebenarnya
t_h	=	<i>Holding Time</i>
t_l	=	Waktu gerak mendorong
t_k	=	Waktu gerak ejector kembali
t_j	=	Waktu plastik jatuh
t_c	=	Waktu pengeluaran produk
t_{siklus}	=	Waktu siklus
S	=	Tebal maksimal dinding produk (mm)
T_m	=	Temperatur leleh ($^{\circ}\text{C}$)
P	=	Difusi panas produk (m^2/det)
T_w	=	Temperatur dinding <i>cavity</i> ($^{\circ}\text{C}$)

T_e = Temperatur pengeluaran produk ($^{\circ}$ C)

Simbol Yunani

α = Sudut kemiringan pada *loose core*, $^{\circ}$

β = Sudut Kemiringan, $^{\circ}$

Singkatan

3D = Tiga dimensi

PT = *Parting Line*

STL = *Stereolithography*

IGES = *Initial Graphics Exchange Specification*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan meningkatnya perkembangan dan pertumbuhan ekonomi dalam suatu Negara maka diiringi pula meningkatnya pertumbuhan sarana transportasi salah satunya sepeda motor. Di Indonesia dari tahun ketahun jumlah populasi sepeda motor semakin meningkat, dari meningkatnya jumlah populasi sepeda motor itu mengakibatkan semakin besar potensi terjadi kecelakaan di jalan. Dan disamping itu pula, setiap tahun selalu bermunculan varian sepeda motor baru. Pabrikan sepeda motor seperti Honda, Yamaha, Suzuki dan sebagainya, dari tahun ketahun berlomba lomba mengeluarkan varian sepeda motor baru dari segala jenis motor bebek dan motor matik serta bersaing pada kelas motor cc dan dengan teknologi serta bentuk desain yang lebih canggih dan futuristik dari sebelumnya. Itulah yang akhirnya membuat populasi sepeda motor versi lama tergantikan dengan versi yang baru. Karena pabrikan Motor seperti Honda, Yamaha, Suzuki dan sebagainya telah fokus pada pengembangan dan produksi motor-motor baru, maka ketersediaan *spare part* motor versi lama sulit untuk dicari, padahal jumlah populasi dan permintaan pasar akan *spare part* perengganti masih tinggi permintaan, disinilah terdapat peluang.

Atas permintaan PT. Dianbatara Perkasa yang ingin memproduksi *spare part* pengganti khususnya mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010 yang sudah tidak diproduksi oleh pabrikan motor Yamaha maka CV. Rannova Technology yang berfokus pada jasa desain bekerja sama dengan CV. Teknik Unggul Makmur yang berfokus dalam pembuatan *mold* bersama sama membuat mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010 tersebut. Mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010 adalah suatu komponen pada motor Yamaha Jupiter Z 2010 yang berfungsi sebagai pelindung untuk *reflector* dan bola lampu sein agar terlindung dari debu, kotoran, dan air. Tujuan dari disusunnya tugas

akhir ini untuk merancang cetakan mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010. Dengan melakukan proses yang dinamakan *3D Scanning*, data yang semula berupa fisik 3D diubah menjadi data 3D digital yang akhirnya digunakan sebagai acuan untuk merancang cetakan sampai mengetahui parameter proses injeksi.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari perancangan ini sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat gambar 3D CAD mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010
2. Bagaimana merancang cetakan mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010
3. Bagaimana nilai parameter injeksi yang harus disetting untuk mendapatkan produk yang memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan pembahasan agar lebih terarah maka adapun batasan masalah dari perancangan ini sebagai berikut:

1. Material plastik diasumsikan sama/seragam dengan yang ada di *data sheet* material asli.
2. Perangkat lunak yang digunakan untuk men-*scan* 3D adalah GOM ATOS Jerman.
3. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengetahui parameter proses injeksi adalah *Autodesk Mold Flow Advicer*.
4. Tidak membahas proses manufaktur komponen cetakan.

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan dari perancangan desain mika lampu sein Jupiter Z 2010 ini yaitu:

1. Memperoleh geometri 3D CAD mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010 yang sesuai dengan produk *original*.

2. Memperoleh rancangan untuk cetakan mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010.
3. Mengetahui parameter proses injeksi untuk cetakan mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagi mahasiswa, dapat menunjukan manfaat dalam perancangan *mold base* serta dapat mengetahui apa itu proses dari *reverse engineering* mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010 dan dapat digunakan sebagai data acuan dalam perancangan berikutnya.
2. Bagi industri, dapat digunakan suatu acuan untuk membuat produk mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010 agar dapat diproduksi secara massal.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Sihama E. Salih pada tahun 2013 meneliti sifat mekanik dari PP, HDPE, LDPE dan paduan dari ketiganya. Pengujian yang dilakukan adalah dengan uji tarik, uji kejut dan uji kekerasan. Dihasilkan bahwa HDPE murni memiliki nilai ketangguhan yang paling baik. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam menentukan proses pemilihan material lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010. [1]

Alfan Amri pada tahun 2009 meneliti tentang pengaruh *shrinkage* produk dengan membandingkan dua kasus yaitu pada kasus pertama memberikan *cooling water* pada mold dan pada kasus yang kedua yaitu dengan tidak memberikan *cooling* pada kontruksi *mold*. Dari hasil pengujian dan analisa serta pembahasan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pendinginan pada proses *injection molding* sangat berpengaruh terhadap *shrinkage* produk. Pada produk pengujian *injection molding* dengan pemberian *cooling*, *shrinkage* lebih kecil dibanding pengujian *injection molding* tanpa pemberian *cooling*. [2]

Firdaus pada tahun 2003 meneliti tentang Studi eksperimental ini melakukan percobaan pembuatan produk *pneumatics holder* dengan memvariasikan beberapa parameter proses pada mesin *injection molding* yang ada. Parameter proses meliputi: temperatur leleh (*melting point*), tekanan udara (*air pressure*), waktu penahanan (*holding time*), dan waktu penekanan (*pressure duration*). Hasil studi menunjukkan bahwa pemilihan parameter yang tepat sangat berpengaruh terhadap hasil benda cetak yang diinginkan, sehingga perlu dicari parameter terbaik untuk setiap benda cetak berdasarkan

jenis bahan baku plastik yang ada. Selain itu, parameter temperatur leleh sangat signifikan pengaruhnya terhadap cacat *shrinkage*. [3]

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Mika Lampu Sein Depan Yamaha Jupiter Z 2010

Mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010 adalah suatu komponen dari sepeda motor Yamaha Jupiter Z 2010 yang terletak dibagian dada depan sepeda motor (posisi produk di lingkaran merah pada gambar 2.1).



Gambar 2.1 Sepeda motor Yamaha Jupiter Z 2010 [4]

Fungsi dari mika lampu sein depan sendiri adalah untuk menutup sekaligus melindungi komponen seperti *reflector* dan bola lampu sein supaya tidak terkena debu dan kotoran serta air yang mengakibatkan kerusakan pada *reflector* serta bola lampunya. Untuk jenis material plastik yang harus digunakan dalam mika lampu sein sendiri harus mempunyai sifat tembus pandang (bening/*clear*), supaya pantulan sinar dari bola lampu sein dapat terlihat oleh mata pengendara sepeda motor.



Gambar 2.2 Produk mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010

2.2.2 3D Scanning

3D Scanning adalah sebuah metode pengukuran dari sebuah objek dengan cara memindai sebagian atau keseluruhan dari objek tersebut. Metode dari *3D Scanning* yaitu berupa proses mengumpulkan data permukaan dan bentuk objek kemudian ditampilkan dalam bentuk 3 dimensi. Dalam proses *3D Scanning* pastinya akan membutuhkan alat yang berupa atau lebih dikenal dengan sebutan *3D scanner*. Alat tersebut bekerja dengan cara mengambil data berupa titik-titik *point cloud* yang juga merupakan koordinat dari objek atau lingkungan sekitar yang *real*.

3D scanner mirip dengan kamera, dengan sudut pandang *conus* (kerucut tiga dimensi). Ia juga mengumpulkan data dari permukaan objek yang terdapat di depannya. Perbedaannya, jika kamera mengumpulkan informasi

permukaan seperti warna dan intensitas cahaya. Sedangkan *3D scanner* mengumpulkan informasi jarak dari depan scanner sampai ke permukaan objek yang diamati. Jika menggunakan sistem koordinat tiga dimensi secara *spherical*, maka akan didapatkan variabel sudut, dan jarak relatif permukaan objek dari *scanner 3D*.

Berbeda dengan *2D scanner* yang hanya membutuhkan satu kali proses pemindaian, kebanyakan *3D scanner* membutuhkan proses scanning berulang-ulang bahkan hingga ratusan, dengan sudut dan sisi yang berbeda dari objek, agar mendapatkan informasi yang lengkap untuk disusun sesuai dengan sistem referensi yang digunakan. Setelah proses yang sering disebut *polygonize* atau *registration* tersebut, kemudian informasi data tersebut dikumpulkan hingga dapat disusun menjadi sebuah data model yang utuh.

Data yang terkumpul berupa titik-titik atau *point cloud* itu, biasanya tidak langsung digunakan. Oleh beberapa aplikasi pendukung, data ini kebanyakan di-*convert* menjadi objek *polygonal 3D* atau *polygonal mesh*. Proses *converting* ini disebut *reconstruction* atau lebih dikenal dengan *reverse engineering*.

Model dalam bentuk 3D yang dihasilkan dari proses *3D scanning* banyak digunakan secara luas dalam proses *Engineering Design, Manufacturing, Survey Technology, Engineering Construction, Arts, As Built Survey, Oil & Gas Survey* dan *Engineering* lainnya. Dengan adanya proses *3D scanning* kita dengan mudah dalam mendesign ulang segala bentuk objek. *Output* dari proses *3D scanning* adalah *Stereolithography* atau yang biasa disebut dengan *STL*.

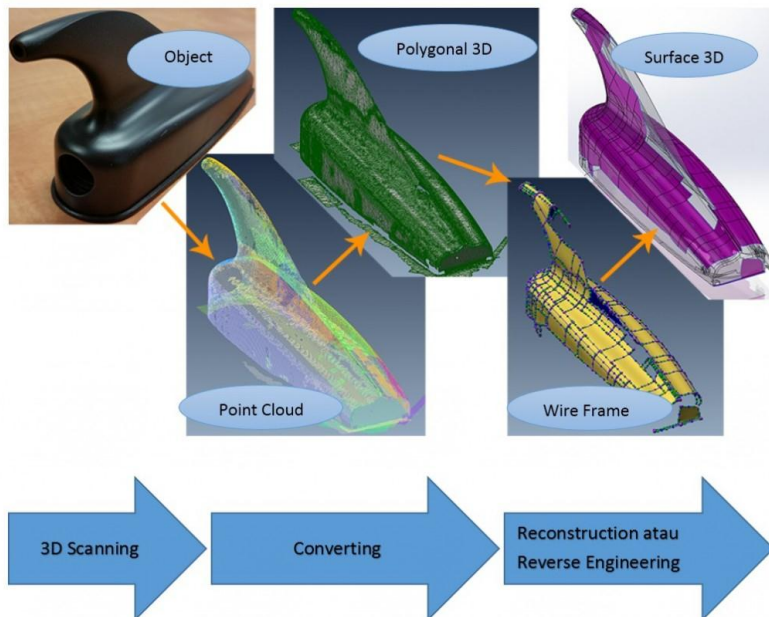


Gambar 2.3 Proses *3D scanning* menggunakan mesin GOM Atos

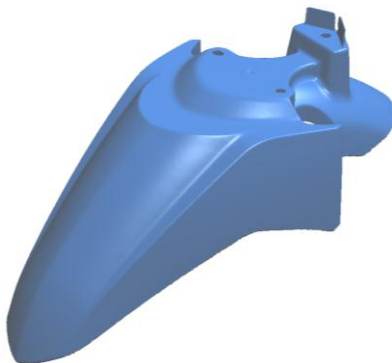
2.2.3 Reverse Engineering

Reverse engineering adalah sebuah proses untuk mencari dan menemukan system teknologi, fungsi dan operasi yang bekerja di balik suatu desain, komponen atau objek melalui sebuah proses analisa yang mendalam pada setiap komponen struktur dari desain atau objek yang diteliti. Secara singkat dapat disimpulkan bahwa *reverse engineering* adalah sebuah proses peng-ekstrakan informasi yang ada pada sebuah desain atau objek baik informasi dimensi ukuran, cara kerja atau bahkan informasi metode pembentukan desain.

Konsep *reverse engineering* di industri pada dasarnya adalah menganalisa suatu produk yang sudah ada (dari produsen lain) sebagai dasar untuk merancang produk baru yang sejenis, dengan memperkecil kelemahan dan meningkatkan keunggulan produk para kompetitornya.

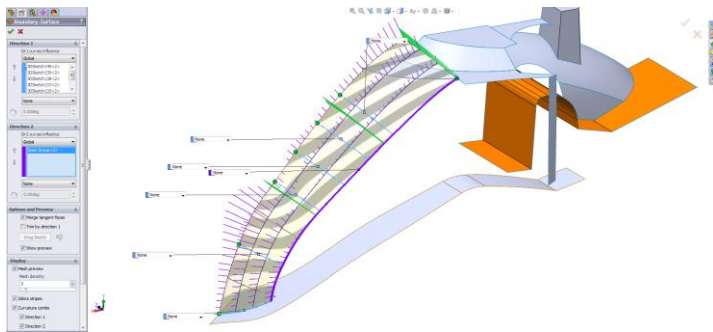


Gambar 2.4 Alur Kerja *Reverse Engineering* [5]



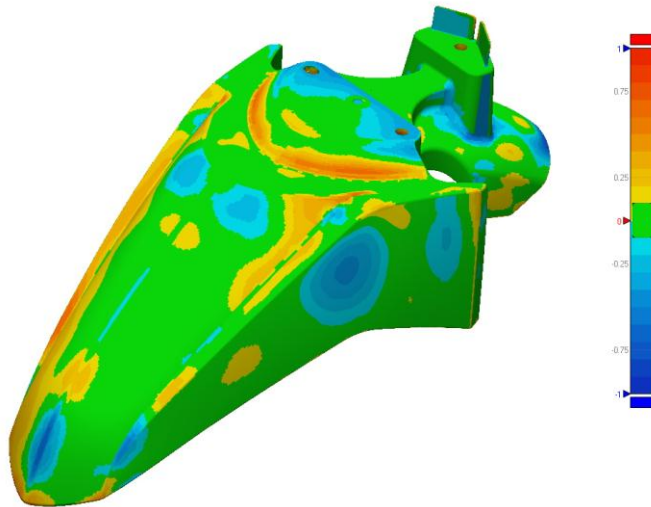
Gambar 2.5 Contoh hasil dari data *3D scanning* atau biasa disebut data STL

Alur kerja dari suatu proses *reverse engineering* dimulai dari pengambilan data dari suatu proses *3D scanning* produk yang mana diakhir proses *3D scanning* mendapatkan *output* file yaitu *Stereolithography* (STL). Dengan menggunakan *software* gambar dalam hal ini adalah *Solidworks* file STL dapat dibuka dan mulai digambar atau dibangun bagian *surface* demi *surface* sampai menjadi satu bagian bodi produk yang utuh.



Gambar 2.6 Contoh membangun *surface* dengan metode *boundary surface*

Dalam melakukan suatu *reverse engineering* ada istilah *deviation* yang artinya refrensi kita dalam menggambar selalu mengacu pada hasil *3D scan* atau data STL. Pengecekan *deviasi* dilakukan untuk mengetahui berapa jarak penyimpangan data 3D *surface* terhadap data STL, ini dimaksudkan agar dalam penggambaran produk tidak terjadi penyimpangan yang terlalu besar sehingga berakibat tidak samanya produk dengan data 3D yang dihasilkan.



Gambar 2.7 Contoh hasil *deviasi* pada suatu produk terhadap referensi data STL.

Lalu hasil akhir atau *output* dari pekerjaan *reverse engineering* berupa data 3D yang dapat kita *export* dalam berbagai format umum diantaranya *IGES*, *STEP*, *Parasolid* untuk dilanjutkan dalam proses pengerjaan selanjutnya yaitu perancangan cetakan atau *mold* mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010.

2.2.4 Sistem Mold

Dalam pembahasan ini dijelaskan mengenai 2 *plate*, 3 *plate* dan *runnerless mold*. Bentuk dasar konstruksi *mold* ditentukan setelah pertimbangan teknis meliputi bentuk produk, jumlah produksi, kualitas produk, posisi *gate*, dan sebagainya. Mold dibagi menjadi 2 *plate* (2 komposisi), 3 *plate* (3 komposisi), *runnerless* (*hot runner*) dan *mold* yang dirancang khusus dimana masing-masing memiliki karakteristik tersendiri.

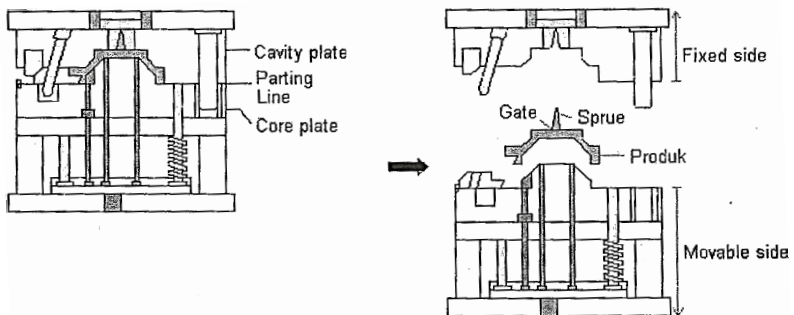
2.2.4.1 Sistem 2 Plate

PL (Parting Line) mold hanya ada 1 saja dan *mold* terbagi menjadi 2 bagian saja yakni *cavity* dan *core*. Karakteristik struktur *mold two plate* yaitu:

- Dibanding dengan 3 plate dan *runnerless mold*, konstruksi *two plate* lebih sederhana atau *simple*.
- Biaya pembuatan *mold* murah
- Model *gate*; *side gate*, *direct gate*, *sub marine gate*, dsb. Yang sering dipakai adalah *side gate* dan *direct gate*. Apabila menggunakan *sub marine gate*, maka secara otomatis produk dan *runner* (termasuk *sprue* dan *gate*) keluar terpisah-pisah tidak memerlukan penanganan lebih lanjut (secara komplit masalah penanganan *runner* akan dijelaskan pada “*runner system*”).

Lalu untuk kelemahan dari sistem 2 plate ini adalah:

- Penggunaan *side gate* dan *direct gate* memerlukan penanganan lebih lanjut untuk *runner*nya, sehingga tidak cocok untuk otomatisasi dan penghematan tenaga kerja.



Gambar 2.8 Sistem 2 plate [7]

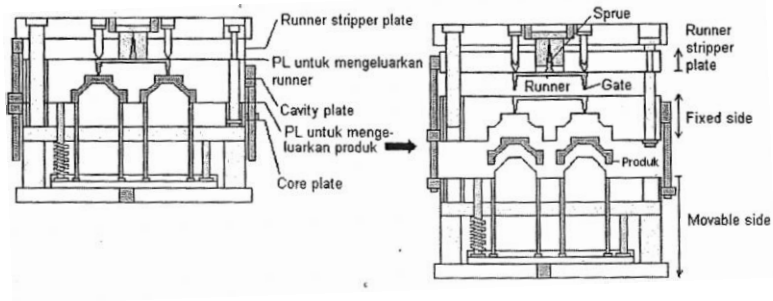
2.2.4.2 Sistem 3 Plate

Pada metode 3 *plate* terdapat 2 PL, yakni PL untuk mengeluarkan *runner* dan PL untuk mengeleuarkan produk. *Mold* ini terbagi menjadi *cavity*, *core*, dan *runner stripper plate*. Karakteristik struktur *mold 3 plate* yaitu:

- Karena secara otomatis memisahkan antara produk dan *runner*, maka sesuai untuk otomatisasi.
- Digunakan untuk produksi dengan *volume* besar

Lalu untuk kelemahan dari sistem 3 *plate* ini adalah:

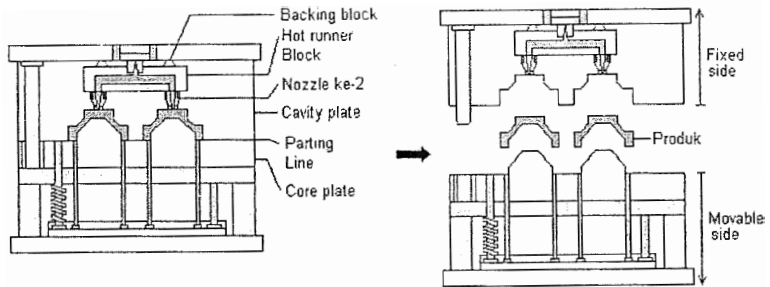
- Dibandingkan dengan 2 *plate* kontruksinya lebih rumit.
- Biaya pembuatannya mahal.



Gambar 2.9 Sistem 3 *plate* [7]

2.2.4.3 Sistem *Runnerless Mold*

Pada 2 *plate* dan 3 *plate* terdapat produk dan *runner*, tetapi pada *runnerless mold* hanya produk saja. Dalam *runnerless mold* terdapat *hot runner mold*, *insulation mold*, *hot spring pool mold*, dsb. Saat ini kalau menyebut *runnerless mold* diartikan sebagai *hot runner mold*.



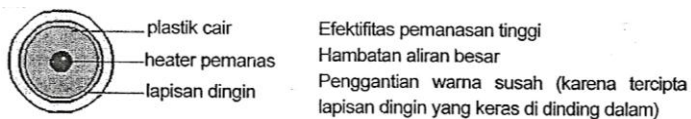
Gambar 2.10 Sistem *runnerless mold* [7]

Untuk kelebihan dari sistem *runnerless mold* adalah:

- Sama sekali tidak timbul *runner* dan yang dikeluarkan hanyalah produk saja, untuk itu tidak perlu alat untuk menangani *runner*. Dikarenakan bagian *sprue* dan *runner* selalu dipanaskan dengan *heater*, maka plastic cair mudah diisikan kedalam *cavity*. Cocok untuk otomatisasi sehingga banyak memiliki keuntungan untuk produksi dalam jumlah sangat banyak.

Untuk kelemahan dari sistem *runnerless mold* adalah:

- Strukturnya rumit
- Harganya pun sangat mahal
- Memakan waktu untuk mengganti material



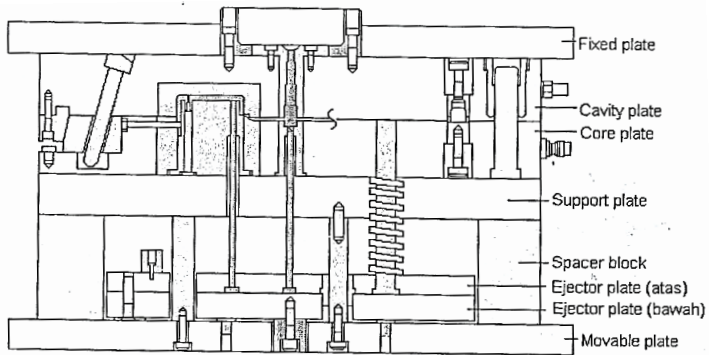
Gambar 2.11 Sistem pemanas dalam [7]



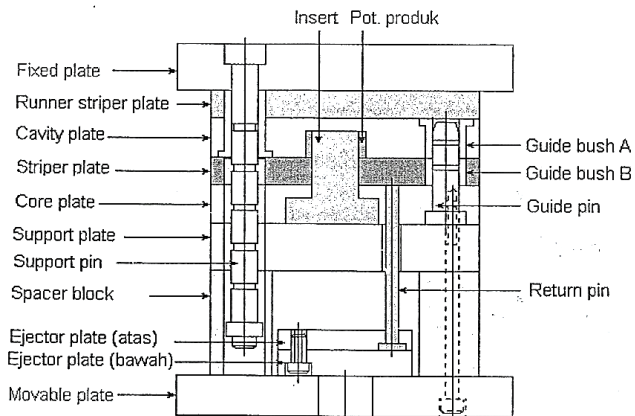
Gambar 2.12 Sistem pemanas luar [7]

2.2.5 Fungsi dan Komponen Utama *Mold*

Berikut akan dijelaskan nama dan fungsi komponen yang akan digunakan secara umum pada sistem 2 *plate*.



Gambar 2.13 Nama komponen utama pada *mold* bagian 1 [7]



Gambar 2.14 Nama komponen pada *mold* bagian 2 [7]

2.2.5.1 *Movable Plate*

Movable plate adalah *plate* yang bergerak waktu

pembukaan-penutupan *mold*. Merupakan *plate* yang dipasang pada mesin injeksi. Selain memungkinkan untuk dipasang *auto connector* dan *auto metal outlet*, juga dilakukan pelubangan (*chamfering*) untuk lubang perawatan dengan pergerakan miring, lubang untuk *eye bolt*, lubang untuk mengeluarkan dari mesin injeksi juga lubang untuk *Conveyor*.

2.2.5.2. Fixed Plate

Fixed plate adalah *plate* yang tidak bergerak waktu pembukaan-penutupan *mold*. Merupakan *plate* yang dipasang pada mesin injeksi. Selain memungkinkan untuk dipasang *auto connector*, *auto metal Outlet* dan *hook*, juga dilakukan pelubangan (*chamfering*) untuk lubang *locate ring*, *allur* (*gutter*) untuk menyesuaikan titik tengah mesin injeksi (*centering*) serta lubang untuk *eyebolt*.

2.2.5.3 Core Plate

Benda yang terbuat dari metal yang digunakan untuk membentuk material dengan bentuk sama tetap (*fixed*). *Plate* yang bergerak waktu pembukaan-penutupan *mold* disebut dengan *cavity plate*, sementara yang tidak bergerak dinamakan dengan *core plate*.

2.2.5.4 Cavity Plate

Biasanya permukaan produk dihasilkan oleh *cavity plate* dan bagian belakang produk oleh *core plate*. Dikarenakan terdapat *ejector pin* pada *corecavity*, maka akan tersisa bekasnya pada produk.

2.2.5.5 Support Plate

Merupakan salah satu *plate parts* dalam konstruksi *mold* yang dipasang dibagian belakang (bawah) *core plate*. Berfungsi sebagai tempat untuk pemasangan *guide pin*, *guide bush*, dsb secara tetap (*fixed*) pada *cavity* maupun *core*.

2.2.5.6 *Insert (Core & Cavity)*

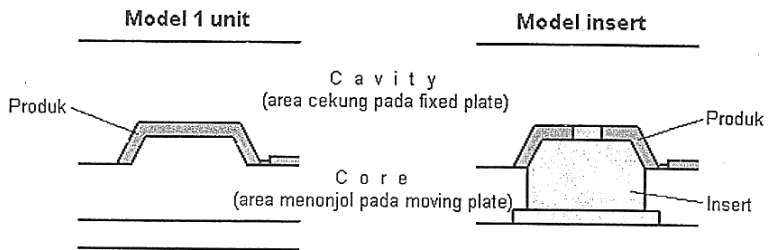
Bagaian yang membentuk produk pada *mold*. *Part* ini berbentuk persegi maupun bulat yang telah dibentuk sebelumnya dan ditanam pada *mold*. Pada waktu proses pengerjaan berlangsung, *insert* bersentuhan atau bergesekan langsung dengan aliran plastik cair yang panas. Untuk menahan supaya tidak cepat aus, maka untuk material *insert* saja, banyak yang menggunakan material kualitas tinggi. Untuk bentuk produk yang rumit atau untuk produk dengan bentuk yang sama berderet, pengerjaan lebih mudah dengan menggunakan *mold* atau *insert* ukuran kecil. Pengkajian material untuk *core cavity* dan pengkajian keawetannya dilakukan berdasarkan kuantitas produksi total, sebagai contoh bila jumlah produksinya sedikit menggunakan material aluminium, dan bila jumlah produksinya banyak digunakan material yang telah dikeraskan.



Gambar 2.15 *Insert* [12]

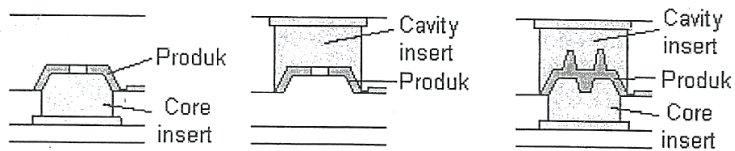
Dalam *cavity* dan *core* terdapat model 1 *unit (solid)* dan model *insert*. Pertimbangan dalam menentukan model adalah apakah digunakan untuk *multy cavity*, berdasarkan bentuk produk, dsb. Berikut penjelasan sebagai berikut:

- Model 1 Unit (*Solid*)
Area untuk produk, langsung dibentuk dalam *mold*.
- Model *Insert*
Part untuk area produk dibuat secara terpisah. Keuntungan:
 - Karena bisa menggunakan material yang berbeda dengan *mold*, maka akan meningkatkan ketahanan terhadap aus (*anti wear*) dan juga memudahkan dalam mengontrol temperatur.
 - Untuk produk dengan bentuk rumit atau untuk produk dengan jumlah banyak dan sama, maka akan sulit untuk melakukan pembentukan langsung (*machining*) pada *mold*. Lebih mudah kalau membuat *part* secara terpisah (*insert*).
 - Akibat pekerjaan yang dilakukan berulang-ulang, untuk area yang mudah tergores (*scratch*) bisa diganti dengan material super keras, selain itu bisa mengganti bagian yang rusak (tergores) saja.



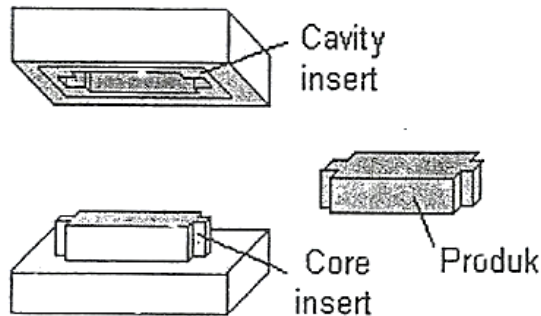
Gambar 2.16 Model 1 unit & model *insert* [7]

- *Insert* yang dipasang pada *cavity* disebut dengan *cavity insert*, sedangkan yang dipasang pada *core* disebut dengan *core insert*.



Gambar 2.17 Macam-macam posisi *insert* [7]

- Penentuan *insert* yang dipasang pada *cavity* maupun *core* tergantung dari bentuk produk.

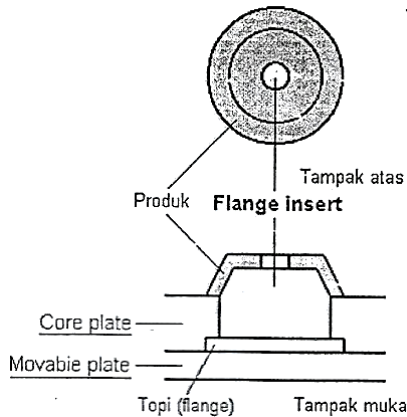


Gambar 2.18 Gambar posisi *insert* [7]

Lalu berikut adalah jenis-jenis *insert* yang biasanya dipakai dalam perindustrian pembuatan cetakan yaitu:

- *Flange Insert*

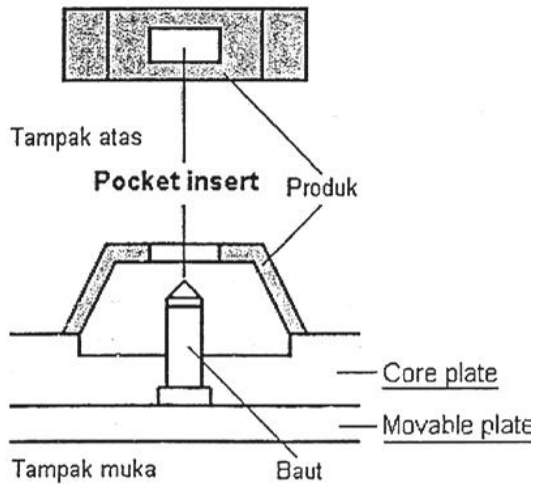
Kalau bentuk produk bulat, maka tidak perlu *stopper* disekeliling *insert*. Cukup memasang topi/penampang (*flange*) untuk menjaga supaya *insert* tidak mengambang ke atas. Kalau bentuk produk bulat, akan mempermudah proses *machining insert* maupun *mold*.



Gambar 2.19 Gambar posisi *flange insert* [7]

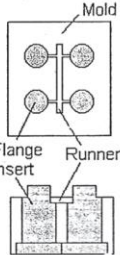
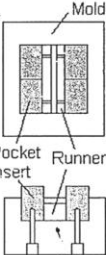
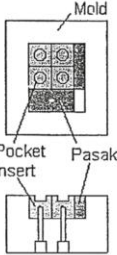
- *Pocket Insert*

Biasanya digunakan untuk bentuk produk kotak (persegi panjang). Seperti gambar 2.36. *pocket insert* dipasang ke *mold* dengan menggunakan baut.



Gambar 2.20 Gambar posisi *pocket insert* [7]

Penempatan *insert* ditentukan oleh jumlah produk yang dihasilkan dalam 1 *shot (cycle)*, jenis *insert*, dsb. Jenis-jenis penempatan *insert* dapat diringkas sebagai berikut:

Menggunakan flange insert	Menggunakan pocket insert (1)	Menggunakan pocket insert (2)
 <p>The diagram shows a cross-section of a mold cavity. A horizontal runner is at the top, leading to two circular mold cavities. Below the cavities, a rectangular flange insert is positioned to support the mold base. Labels include 'Mold', 'Flange insert', and 'Runner'.</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a mold cavity. A horizontal runner is at the top, leading to two circular mold cavities. Below the cavities, a rectangular pocket insert is positioned within a recessed area of the mold base. Labels include 'Mold', 'Pocket insert', and 'Runner'.</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a mold cavity. A horizontal runner is at the top, leading to two circular mold cavities. Below the cavities, a rectangular pocket insert is positioned within a recessed area of the mold base. A 'pasak' (pin) is shown passing through the insert and the mold base. Labels include 'Mold', 'Pocket insert', and 'Pasak'.</p>
<p>Proses machining Dikarenakan insert langsung dipasang pada mold, maka machining insert dan mold harus presisi.</p> <p>Pemasangan Dikarenakan pekerjaan machining dilakukan dengan presisi, maka mudah dalam menentukan posisi (positioning).</p>	<p>Proses machining Mold dikerjakan berdasarkan ukuran insert dan bagian runner. Meskipun terdapat perbedaan ukuran mold, karena bisa dilakukan penyesuaian pada bagian runner (yang dikerjakan secara terpisah), maka pekerjaan mold menjadi lebih mudah.</p> <p>Pemasangan Waktu pemasangan insert, bagian runner dijepit diantara insert, sehingga timbul perbedaan ukuran yang menyebabkan sulitnya untuk menentukan posisi insert.</p>	<p>Proses machining Meskipun timbul perbedaan ukuran mold, dikarenakan bisa disesuaikan dengan menggunakan pasak, hal ini memudahkan dalam proses pekerjaan mold.</p> <p>Pemasangan Insert dipasang dengan cara disejajarkan, sehingga kemungkinan terjadinya perbedaan pemasangan sangat kecil. Hal ini juga akan mempermudah dalam menentukan posisi insert.</p>

Gambar 2.21 Penempatan *insert* [7]

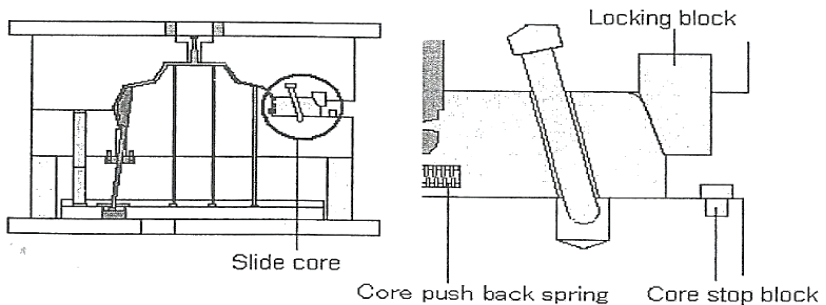
2.2.5.7 *Spacer Block*

Dalam pemasangan instalasi *ejection* seperti *ejector plate*, dsb. Bila dibandingkan dengan *two plate mold*, terdapat komponen fungsional untuk mengunci *runner* (*runner lock*) dan membuka penguncian *runner* (*runner unlock*). Kalau pada gambar referensi menampilkan *runner stripper plate* dan *support pin*. *Support pin* memiliki fungsi pengarah (*guide*) untuk *core plate* dan *runner stripper plate*. Untuk penurunan biaya *mold base* terdapat tipe yang

tidak memasang *guide pin* dan memfungsikan secara ganda *support pin* sebagai *guide pin*.

2.2.5.8 Slide Core

Apabila terdapat bagian *under cut* pada produk, memerlukan *slide threatment*, terdapat *slide treatment* yang menggunakan angular pin, *slide treatment* yang menggunakan loose core dan *slide treatment* yang menggunakan *hydraulic cylinder*. Pada bagian ini menjelaskan *slide treatment* yang menggunakan angular pin. *Slide core* merupakan bagian yang melakukan gerakan *slide* di dalam *mold* sesuai dengan sudut *angular pin* seiring dengan gerakan buka tutup *mold*. Untuk membentuk bagian *under Cut* pada produk, melakukan *under cut treatment* yang gerakanya mengikuti gerakan buka tutup *mold*. Bila *under cut* semakin besar perlu memperpanjang *angular pin*, kemudian karena *volume* pergeseran *slide core* juga menjadi besar, bisa jadi susah digunakan. Gerakan *slide core* adalah saat injeksi akan mencegah *slide core* mundur karena mendapat *injection pressure* dengan *locking block*, saat *mold* membuka mencegah agar tidak terlalu mundur dengan *corestop block*, kemudian di sela-sela gerakanya juga akan menyetir *slide core* dengan *angular pin*. Didalam komponen *slide core* terdapat beberapa komponen pendukung diantaranya sebagai berikut:



Gambar 2.22 Komponen-komponen *side core* [7]

2.2.5.9 Angular Pin

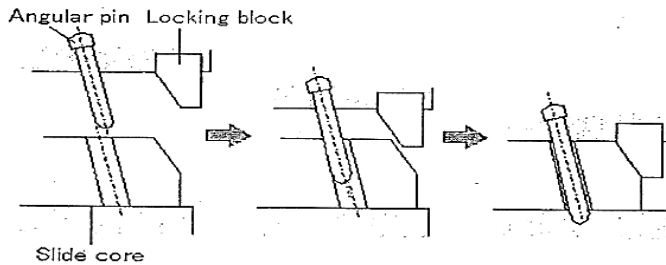
Disebut *pin* miring untuk menggerakkan *slide core*. Maksimal sudut kemiringan *angular pin* adalah 20° .

2.2.5.10 Locking Block

Merupakan *block* yang digunakan untuk menahan *slide core* yang didorong mundur oleh tekanan injeksi. Mengenai sudut kemiringan *angular pin* α dan sudut *locking block* β adalah,

$$\left[\begin{array}{l} \beta = \alpha + (2 \sim 5) \\ \text{Apabila } \alpha < \beta \end{array} \right] \quad \alpha \leq 20^\circ \quad (2.1) [7]$$

Permukaan miring *slide core* dan *locking block* bersentuhan hanya pada waktu *mold* dalam kondisi menutup saja, sehingga gerakannya bisa lancar (*Smooth*).



Gambar 2.23 Cara kerja *locking block* [7]

2.2.5.11 Core Push Back Spring

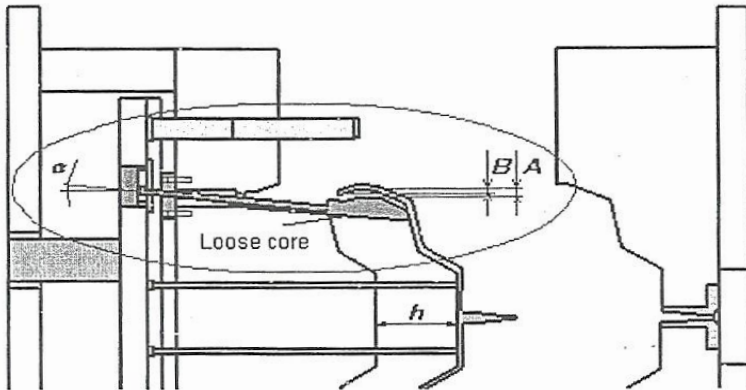
Komponen *stopper* untuk menahan *slide core* pada kondisi *mold* terbuka. Bila tidak ada komponen ini, dikhawatirkan *slide core* bergeser pada saat *mold* membuka, akibatnya pada saat *mold* menutup *angular pin* tidak masuk lubang sliding. Dipilih *spring* dengan mempertimbangkan berat *slide block*.

2.2.5.12 Core Stop Block

Part yang berfungsi menentukan posisi batas mundur *slide core* pada waktu pembukaan *mold*. Selain *part* ini, bisa

menggunakan *ball plunger*, *spring back*, *stoppin* dan lain sebagainya. Saat *maintenance* harus berhati-hati agar tidak lupa untuk memasangnya.

2.2.5.13 Loose Core

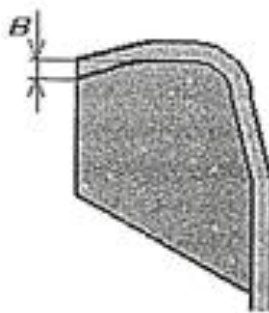


Gambar 2.24 *Under cut treatment dengan loose core* [7]

Menangani *under cut* yang berada di dalam produk. Tergabung menjadi satu dengan *ejector plate*, waktu naik maka *loose core* mengangkat produk naik dan sekaligus menghindar masuk ke bagian dalam. *Loose core* harus digerakkan sampai pada posisi benar-benar lepas dari produk. Tetapi kalau melebihi *coreplate*, maka gerakannya kemungkinan tidak akan lancar. Selain itu kalau menggunakan *loose core* lebih dari 2, waktu *loose core* naik, maka gerakan miringnya tidak boleh saling bertabrakan. Waktu *ejector plate* sudah terlanjur ke atas, *loose core* harus bergerak ke sisi dalam sampai posisi produk terlepas. Penggunaan *loose core* dalam menangani *under cut*, harus memperhatikan hal-hal berikut. Kalau *loose core* tidak bergerak ke sisi dalam sampai pada posisi produk terlepas, maka produk tidak bisa terlepas.

$$\text{Jarak pergerakan : } A=B+3\sim 5\text{mm}$$

(2.1) [7]



Gambar 2. 25 Jarak pergerakan B [7]

$$\alpha = (A/h)\tan^{-1}$$

(2.2) [7]

Ejection stroke product h, maka sudut kemiringan *slide rod* α adalah:

$$\tan\alpha = A / h$$

(2.3) [7]

Waktu *loose core* sudah benar-benar dikeluarkan, maka hal yang harus diperhatikan adalah jangan sampai *loose core* berbenturan dengan *parts* lainnya.

2.2.5.14 Locate Ring

Untuk mempertahankan posisi supaya tepat antara *nozzle* dan *sprue bush*, atau antara lubang *fixed plate* dengan *sprue bush*, maka dibagian paling atas *mold* dipasang *part* berbentuk *ring*. Tetapi ada juga mesin injeksi, dimana tali atau alur (*gutter*) pada *fixed plate mold* bias langsung *disetting*

bertemu dengan *nozzle*. Pada umumnya menggunakan *locate ring*. Biasanya diameter lubang luar *locate ring* adalah diameter *locate hole* mesin *molding* = (0,1 – 0,3) mm.



Gambar 2.26 *Locate ring* [8]

2.2.5.15 Sprue Bush

Adalah *part* berbentuk bulat yang tertanam pada *mold* dan berfungsi sebagai lorong jalannya cairan plastic yang diinjeksikan dari *nozzle*. *Sprue bush* juga sebagaiudukan pertemuan antara lubang *sprue* yang miring (*taper*) dengan *nozzle*. Lubang R harus lebih besar 1-2 mm daripada ujung *nozzle*. Diameter lubang *sprue* harus lebih besar 0,5-1 mm dibandingkan diameter lubang *nozzle*. Kalau tidak maka cairan plastik akan bocor atau rembes yang mengakibatkan *sprue* susah lepas. Perlu berhati-hati karena diameter lubang dan r ujung *nozzle* berbeda-beda tergantung dari mesin *molding*, materialnya digunakan S45C, HPM-1 (*prehardened steel*) SKD61 (*alloy tool steel*).



Gambar 2.27 *Sprue bush* [9]

2.2.5.16 Sprue Lock Pin

Terdapat *under cut* pada ujung *pin*. Pada waktu *opening mold*, produk tertarik keluar dan *pin* ini berfungsi untuk menarik *sprue* dari *sprue bush*. Sesudah *mold* terbuka, *pin* ini berfungsi sebagai *ejector pin* yang mengeluarkan *sprue*. Selain itu juga berfungsi untuk mengeluarkan gas yang terdapat pada cairan plastik. Ada juga yang menyebutnya sesuai dengan bentuknya yaitu *Z pin*.



Gambar 2.28 *Sprue lock pin* [10]

2.2.5.17 Guide Pin

Guide pin berbentuk seperti poros yang berfungsi sebagai *guide* dalam menentukan posisi *core* dan *cavity*, biasanya dipasang 4 buah, dengan material metal sangat keras (*hardening*) diatas *HRC55* untuk menahan.



Gambar 2.29 *Guide pin* [11]

2.2.5.18 Guide Bush

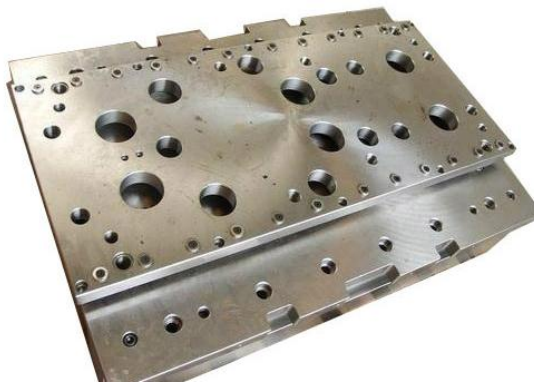
Guide bush digunakan sebagai *guide* pertemuan antara *core* dan *cavity*. Untuk menentukan posisi yang tepat antara *mold plate* dengan tujuan sebagai *guide*, ditempatkan *taper block* maupun *taper pin* diantara *PL*.



Gambar 2.30 *Guide Bush* [11]

2.2.5.19 Ejector Plate

Disebut juga dengan papan pengeluaran produk. Adalah papan yang menahan dan menggerakkan *ejector pin* maupun *return pin* dalam mengeluarkan produk dari *mold*. Dalam instalasi pengeluaran produk yang terdapat pada mesin injeksi, pada waktu terjadi *mold clamping* (menutup), ujung *return pin* menyentuh *striper plate* yang menyebabkan *ejector plate* kembali ke posisi semula.



Gambar 2.31 *Ejector plate* [13]

2.2.5.20 Ejector Pin

Disebut juga dengan *pin* untuk mengeluarkan. Adalah

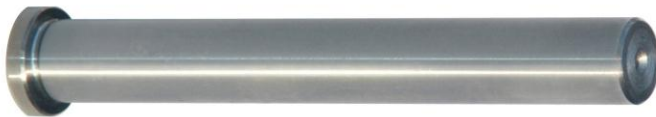
pin yang dipasang pada *mold* berfungsi untuk mengeluarkan produk dari *mold*. Karena diperlukan material metal khusus yang memiliki ketahanan terhadap aus (*resistance abrasiveness*) dan keuletan (*tenacity*) tinggi, maka digunakan material HRC55 ke atas.



Gambar 2.32 *Ejector pin* [14]

2.2.5.21 Return Pin

Tujuan semula dari *return pin* adalah untuk mencegah kerusakan *mold* yaitu pada saat *mold* menutup *return pin* akan membentur permukaan *parting line cavity plate*, mendorong mundur *ejector pin*, dan mengembalikan posisi *ejector pin* ke posisi semula. Akhir-akhir ini pengembalian posisi *ejector pin* dilakukan dengan *spring* (pegas) maupun dengan mengikatkan ke sisi mesin *molding*. Ada juga tujuan yang dilakukan *guide* untuk *ejector plate*. Karena ada gerakan *sliding*, digunakan material metal *tool* yang telah dihardening diatas HRC50.



Gambar 2.33 *Return pin* [15]

2.2.5.22 Stop Pin

Stoper yang dipasang untuk menjaga *ejector plate* tetap dalam posisi datar, selain itu untuk menjaga *moveable plate* dari kerusakan (kalau *ejector plate* mundur berlebihan maka akan mengenai *moveable plate*). Kemudian ada yang disetel (*adjust*) dengan panjang *ejector pin* dan nada yang disetel dengan *stop pin*.



Gambar 2.34 *Stop pin* [16]

2.2.5.23 *Ejector Rod*

Ejector Rod berfungsi untuk mempersingkat waktu menggerakkan *ejector plate*, maka dipasang *ejector rod (shaft)* sebagai rel untuk *ejector plate*.



Gambar 2.35 *Ejector rod* [17]

2.2.5.24 *Ejector Guide Pin*

Ejector Guide Pin berfungsi sebagai penyangga *ejector* agar tidak keluar rel atau jalurnya. Agar proses pelepasan produk dapat berjalan dengan lancar.



Gambar 2.36 *Ejector guide pin* [18]

2.2.5.25 Ejector Guide Bush

Ejector guide pin disebut juga dengan *guide pin* untuk papan pengeluaran produk, yakni *pin* yang berfungsi sebagai pembimbing (*guide*) gerakan *ejector plate*. Untuk *sliding*, maka material *ejector guide bush* harus keras. *Ejector guide bush* disebut juga dengan *guide bush* untuk papan pengeluaran produk, yakni *part* berbentuk bulat yang melekat pada *ejector guide pin* berfungsi untuk menentukan posisi (*positioning*).



Gambar 2.37 *Ejector guide bush* [19]

2.2.5.26 Ejector Stopper (Stroke End Pin)

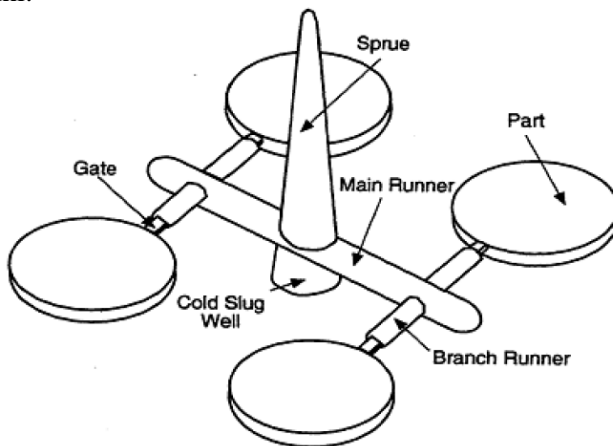
Blok yang berfungsi menghentikan langkah maju *ejector plate* dan disebut juga dengan *stop pin*.



Gambar 2.38 *Ejector stopper (stroke end pin)* [22]

2.2.6 Sistem Saluran

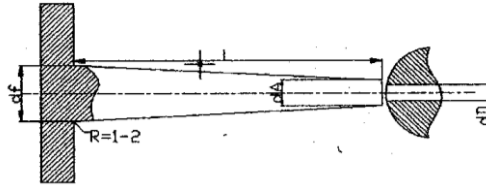
Pada proses pencetakan dengan sistem injeksi, aliran material plastik yang diinjeksikan akan melewati saluran yang terdiri dari *sprue*, *runner*, *gate* dan *cavity*. Seperti pada gambar 2.39 di bawah ini.



Gambar 2.39 Kontruksi *sprue*, *runner*, *gate* [25]

2.2.6.1 Sprue

Sprue adalah material plastik yang menghubungkan benda kerja dengan *nozzle*, yang bentuknya taper/konis karena dikeluarkan dari *sprue bush*. Bentuk *sprue* berupa konis ini dimaksudkan untuk mempermudah keluarnya sisa material dari *sprue bush*. Dari dimensi *nozzle* yang terdapat pada mesin injeksi, didapatkan besarnya *radius sprue bush* (R) dan A diameter lubang *nozzle*.



Gambar 2.40 Dimensi *Sprue* [22]

Diameter pangkal *sprue*:

$$D_F \geq S_{\max} + 1,5 \text{ mm} \quad (2.4) [22]$$

Diameter ujung *sprue*:

$$d_A = d_D + 1 \text{ mm} \quad (2.5) [22]$$

Sudut *Sprue*:

$$\alpha \geq 1^0 \sim 2^0 \text{ maka } \operatorname{tg} \alpha \geq \frac{d_F - d_A}{L} \quad (2.6)$$

[22]

Dimana:

d = Diameter pangkal *sprue* (mm)

d_A = Diameter ujung *sprue* (mm)

d_D = Diameter ujung *nozzle* (mm)

S_{\max} = Tebal maksimum produk (mm)

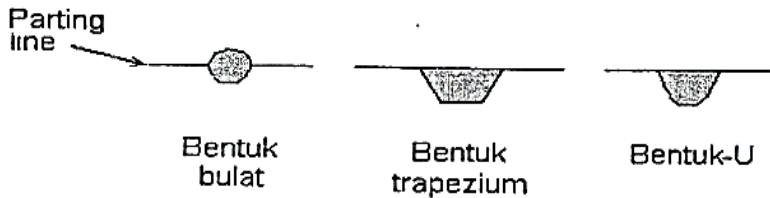
L = Panjang *sprue* (mm)

2.2.6.2 Runner

Untuk memenuhi tuntutan kualitas produk maupun kualitas material, jumlah *cavity*, penurunan tekanan injeksi serta penurunan temperatur cairan plastik, maka perlu menentukan bentuk, ukuran dan penempatan posisi *runner*.

2.2.6.2.1 Bentuk Potongan Runner

Bentuk potongan *runner* - Bentuk potongan *runner* ada 3 jenis yakni bentuk bulat, bentuk dudukan miring (trapesium) dan bentuk U.



Gambar 2.41 Gambar bentuk potongan *runner* [7]

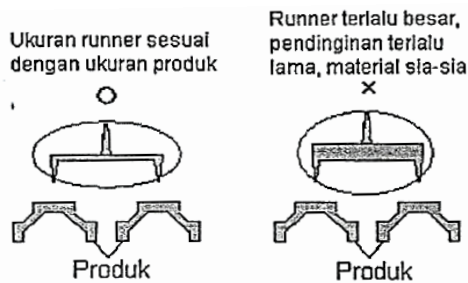
Bentuk potongan *runner* dipilih yang memiliki perlawanan arus paling rendah dan penurunan temperatur paling rendah pula pada waktu cairan plastik mengalir ke dalam *cavity*. Pada gambar di atas, bentuk *runner* yang paling ideal adalah bentuk bulat. Meskipun demikian, karena bentuk *runner* bulat maka harus dilakukan proses *machining* setengah lingkaran pada masing-masing *cavityplate* dan *coreplate*. Pekerjaan *machining* ini cukup merepotkan. Di situ, apabila pekerjaan *machining* dilakukan hanya pada sebelah saja, pada *cavity plate* atau *core plate*, maka sebaiknya bentuk *runner* dibuat bentuk dudukan miring (*trapezium*) mendekati bentuk segi empat.

2.2.6.2.2 Ukuran Runner

Penentuan ukuran runner berdasarkan persyaratan, dsb seperti di bawah ini:

- **Ketebalan *Runner***

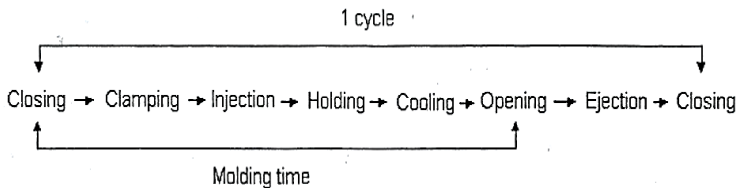
Penentuan ketebalan *runner* berdasarkan kualitas material dan bentuk produk. Kalau *runner* terlalu besar, pengerasan: “memakan waktu lama dan *cycle time*” menjadi panjang. *Runner* yang terlalu besar artinya pembuangan material yang sia-sia menyebabkan harga produk menjadi mahal. Tetapi kalau *runner* dibuat terlalu kecil, hai ini akan menjadi penyebab kurangnya pengisian material dan terjadinya NG *product* seperti cekungan (*sink mark*), dsb yang berdampak tidak baik pada hasil produksi.



Gambar 2.42 Gambar ketebalan *runner* [7]

- ***Cycle Time (Molding Cycle)***

Cycle time adalah satu kali operasional untuk melakukan proses produksi hingga produk selesai dikerjakan, atau waktu yang dibutuhkan untuk satu kali operasional. Kalau dalam 1 *cycle*, waktu *injection*, *cooling* dan *holding* dibuat 0, ini disebut dengan *dry yycle*. Berikut adalah proses *molding cycle*.

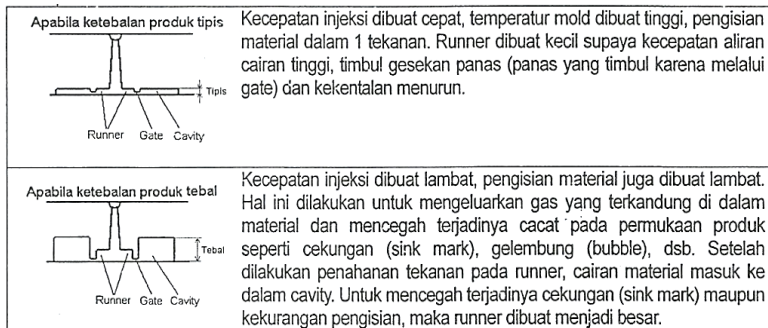


Gambar 2.43 Proses satu kali *cycle time* pada proses *injection molding* [7]

Molding cycle adalah serangkaian operasional yang diperlukan untuk menyelesaikan sekali pencetakan atau merupakan total waktu yang diperlukan pada operasional tersebut. Untuk poin penentuannya ada *injection holding time* dan *cooling time*, selain itu pada umumnya menentukan kecepatan (*velocity*). *Molding cycle time* dikurangi dengan *injection holding time* dan *cooling time* disebut dengan *dry cycle* pada mesin *molding* yang digunakan produk tersebut. Misalnya bila *molding cycle* 50 detik, *injection holding time* 10 detik dan *cooling time* 25 detik, maka *dry cycle*-nya adalah 15 detik. Kualitas produk pencetakan (tampilan, dimensi, fungsi) berhubungan dengan berbagai faktor proses pencetakan. Kalau bentuk produk rumit, maka proses produksinyapun juga rumit. Meskipun bisa menganalisa fenomena yang timbul dalam produksi, tetapi sangat sulit memahami (estimasi) apa yang terjadi dalam produksi. Untuk itu, diperlukan perbandingan dan pemikiran terhadap contoh dan pengalaman sebelumnya, dan juga perlu membuat *design* produk sebelum proses produksi. Proses produksi dibagi menjadi 5 seperti di bawah ini, dan proses ini sangat berpengaruh pada kualitas produk.

- Panjang *Runner*

Jika *runner* panjang, untuk memperkecil perlawanan aliran (*current resistance*), maka ukuran *runner* dibuat besar. Namun demikian dampaknya adalah waktu pendinginan menjadi lebih lama dan terbuangnya material plastik sia-sia yang mengakibatkan terjadinya *cost-up*. Sebisa mungkin *runner* dibuat pendek.

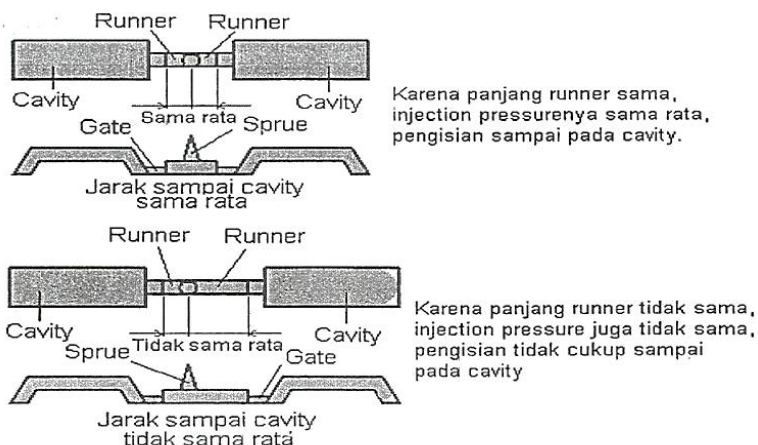


Gambar 2.44 Solusi penanganan untuk mendesign runner yang baik saat produk tebal atau tipis [7]

Perlu memperhatikan beberapa hal pada waktu menentukan ukuran *runner* pada tipe mold 3 plate. Terdapat urutan dalam pembukaan *mold* pada sistem 3 *plate*, dan ada kecenderungan *runner* menjadi panjang. Kalau perhitungan *open stroke* yang diperlukan untuk mengeluarkan barang (*ejection*) salah, maka produk menjadi tidak bisa dikeluarkan. Pada *runner system* 3 *plate*, hal yang perlu dipertimbangkan masak-masak dalam tahapan pembuatan *design* adalah khususnya jarak interval pembukaan *mold*.

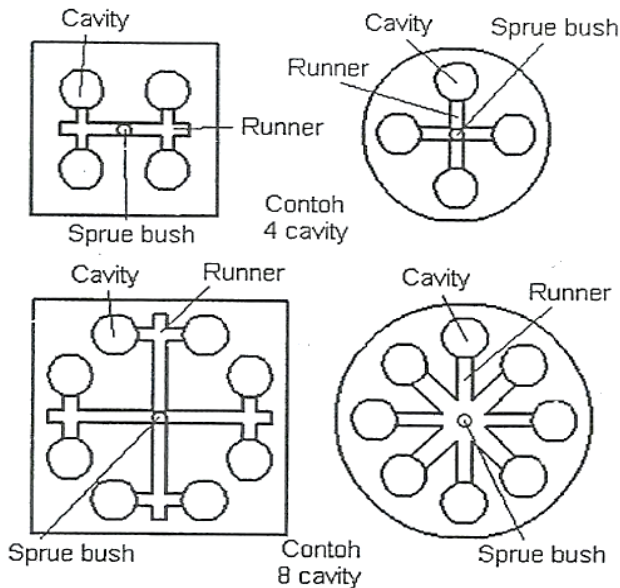
2.2.6.2.3 Layout Runner

Apabila menggunakan multiple cavity, maka jarak dari runner ke masing-masing cavity dibuat dan dijaga supaya sama. Dengan demikian maka tekanan injeksi akan menjadi sama rata, dan pengisian cairan plastik akan mengalir ke masing-masing cavity secara merata pula.



Gambar 2.45 *Layout runner* potongan penampang samping [7]

Layout ideal yang perlu dipikirkan dalam multiple cavity adalah bahwa seluruh jarak sampai cavity dibuat sama, tekanan injeksipun juga dibuat sama rata dan dalam bentuk polygon (trigonal maupun hexagonal). Contohnya tampak pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.46 Layout runner potongan penampang atas [7]

2.2.6.3 Gate

Terdapat 2 jenis *gate* berdasarkan cara masuk ke sisi produk yaitu *limited gate* yg pintu masuknya dipersempit dan *unlimited gate* yg pintu masuknya tidak dipersempit.

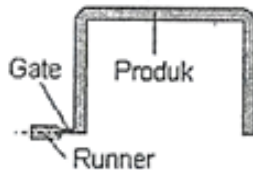
2.2.6.3.1 Limited Gate

Pintu masuk ke dalam cavity dibuat sempit dan volume aliran plastik dibatasi supaya pengisian ke dalam cavity bisa menjadi lebih baik. Di bawah ini adalah karakteristik *limited gate*. Karena melalui *gate* yang sempit maka timbul gesekan-panas yang menaikkan temperatur cairan plastik dan menurunkan kekentalan aliran menyebabkan pengisian ke dalam cavity lebih lancar. Bisa menurunkan sisa tarikan sehingga menurunkan NG product seperti dekok (*curve*) dan sebagainya. Karena pendinginan-pengerasan *gate* dilakukan dalam waktu singkat, maka mampu memperpendek *cycle*

time. Bekas *gate* kecil, sehingga mempercepat proses *finishing*. Ada beberapa jenis dan struktur *limited gate* yang terbagi menjadi 6 jenis yaitu:

- *Side Gate*

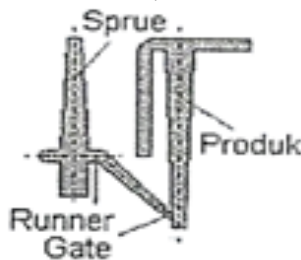
Merupakan *gate* yang biasa ditempatkan pada samping produk. Bekas *gatenya* kecil dan sering digunakan untuk jumlah 2 *cavity* ke atas.



Gambar 2.47 Struktur *limited gate* [7]

- *Submarine Gate (Tunnel Gate)*

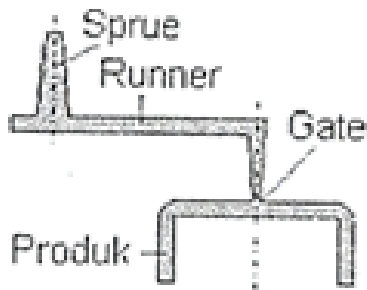
Gate tepotong secara otomatis waktu pembukaan *mold*. Posisi permukaan, samping dan belakang produk bebas. Diperlukan upaya supaya *gate* tidak tersisa di dalam *cavity*



Gambar 2.48 Struktur *submarine gate* [7]

- *Pin Point Gate*

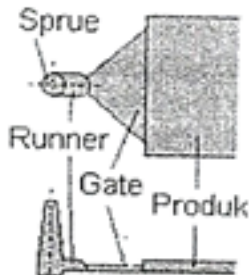
Cocok untuk *multiple cavity*. Posisinya cenderung bebas. Kalau menggunakan system 3 *plate*, konstruksi *gate* semakin rumit.



Gambar 2.49 Struktur *pin point gate* [7]

- *Fan Gate*

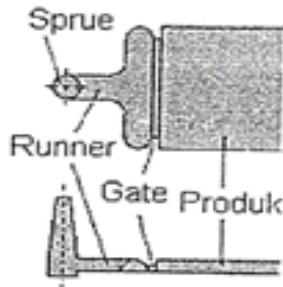
Sesuai untuk produk dengan bentuk datar dan area besar. Karena ukuran gate lebar, *finishingnya* sulit dan memerlukan biaya. Meninggalkan bekas *gate* pada produknya.



Gambar 2.50 Struktur *fan gate* [7]

- *Film Gate*

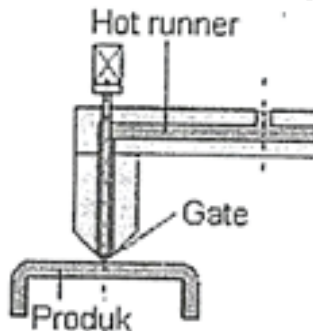
Sesuai untuk produk lebar dan tipis. Karena ukuran *gate* lebar, *finishingnya* sulit dan memerlukan biaya. Meninggalkan bekas *gate* pada produknya.



Gambar 2.51 Struktur *film gate* [7]

- *Valve Gate*

Klep (*valve*) disesuaikan dengan *timing* injeksi, dan *gate* terbuka. Karena tipe *hot runner*, maka tidak keluar *sprue* maupun *runnes*



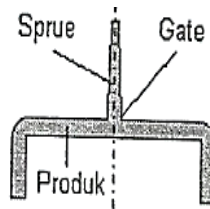
Gambar 2.52 Struktur *valve gate* [7]

Tipe lainnya *gate* yang tidak lazim atau jarang digunakan yaitu terdapat *overlap gate*, *disc gate*, *ring gate*, *tab gate*, *spoke gate*, *banana gate* (*submarine* berbentuk *hook* bulat) dan lain-lain.

2.2.6.3.2 *Unlimited Gate*

Adalah metode dimana cairan plastik mengalir langsung dari *sprue* ke dalam *cavity*. Berikut adalah karakteristik *unlimited gate*.

- Karena langsung dari *sprue* ke dalam *cavity*, maka tidak banyak kehilangan tekanan injeksi.
- Karena tidak ada *runner*, bisa menghemat material.
- Karena bentuknya sederhana, maka biaya pembuatannya murah. Selain itu bisa membuat *mold* jarang rusak.
- Karena timbul sisa tarikan, mudah terjadinya retak (*crack*) pada produk.



Gambar 2.53 Struktur *direct gate* [7]

Langsung dari *nozzle* melalui *sprue* tanpa *runner*. Dipasang padabagian muka atau belakang produk. Meninggalkan bekas *gate* pada produknya

2.2.6.3.3 Cara Menentukan Posisi *Gate*

Berikut penjelasan tentang cara menentukan posisi *gate* yang benar yaitu:

- Point 1
Posisi *gate* ditentukan supaya secara bersamaan aliran plastik mengalir ke dalam masing-masing *cavity*. Hal ini juga berlaku untuk penggunaan *multiple gate*.
- Point 2

Secara prinsip, *gate* dipasang pada bagian tebal produk. Hal ini untuk menghindari terjadinya cekungan (*sink mark*) yang disebabkan oleh penyusutan.

- Point 3

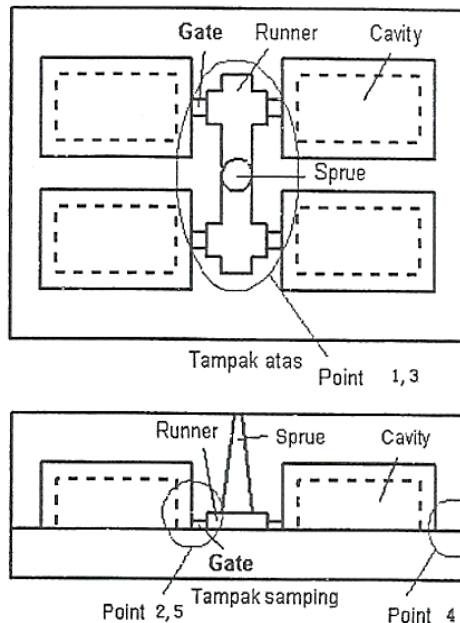
Dilihat dari sisi luar produk, pemasangan *gate* dilakukan pada tempat yang tidak mudah terlihat dan supaya memudahkan dalam proses *finishing*.

- Point 4

Posisi *gate* disesuaikan dengan aliran pengisian cairan material, dan ditempatkan pada area yang sulit timbul gas.

- Point 5

Supaya tidak timbul *jeting*, maka pengisian cairan material diarahkan pada dinding produk.



Gambar 2.54 Cara menentukan posisi *gate* [7]

2.2.7 Kontruksi Penanganan *Under-Cut*

Bila terdapat tonjolan atau bentuk yang masuk ke dalam pada produk, tidak bisa diambil ke arah buka tutup *mold* pada kondisi apa adanya. Untuk itu, proses menghilangkan bagian *under cut* dengan cara mekanik pada bagian *mold* yang terdapat tonjolan atau bentuk yang masuk ke dalam sebelum mengambil keluar produk yang dicetak untuk menjadikan ke kondisi yang bisa mengambil produk disebut dengan penanganan *under cut* (*under cut treatment*). Cara penanganan *under cut* akan berbeda tergantung dari letaknya apakah terdapat di sisi dalam atau di sisi luar produk.

2.2.7.1 *Outside Slide Core Type*

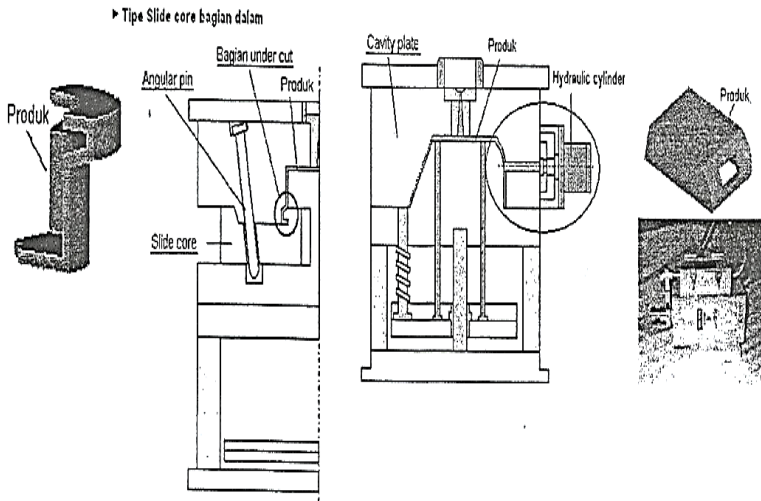
Tipe yang menggerakkan *slide core* dengan gerakan buka tutup *mold* menggunakan *angular pin*, *angular cam*, *dog leg cam* dan lain-lain.

2.2.7.2 *Loose Core*

Konstruksi yang melakukan penanganan *under cut* dengan gerakan *ejector*. Tidak bisa diambil *stroke* yang besar. Karena komponennya mudah tergores, hati-hati pada perancangan konstruksi, kualitas material dan kepresisian pengolahanya.

2.2.7.3 Tipe *Slide Core* Bagian Dalam

Digunakan untuk produk dimana terdapat alur bagian dalam maupun *rib* di dalam produk. *Slide core* digerakkan dengan menggunakan *angular pin*.



Gambar 2.55 Tipe *side core* bagian dalam [7]

2.2.7.4 Hydraulic Cylinder Type

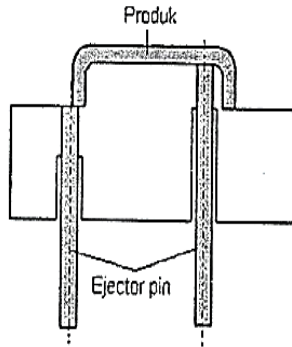
Penanganan *under-cut* dengan menggunakan *hydraulic cylinder type* tidak berhubungan dengan pembukaan-penutupan *mold*, tetapi karakteristiknya adalah bekerja secara mandiri. Salah satu contoh penggunaan perangkat ini adalah, apabila menginginkan penanganan *under-cut* yang terdapat di bagian *cavity* terlebih dahulu dilakukan, sebelum pembukaan *mold* terjadi.

2.2.8 Pendorongan Keluar Produk

Dikarenakan cairan plastik mengalir ke *cavity plate*, maka instalasi pengeluaran produk dipasang pada *core plate*. Supaya tidak terjadi kerusakan pada produk pada waktu *ejection*, maka harus memperhatikan metode pengeluaran maupun penempatan *ejector pin*. Terdapat 8 cara dalam mengeluarkan produk:

- *Ejector Pin*

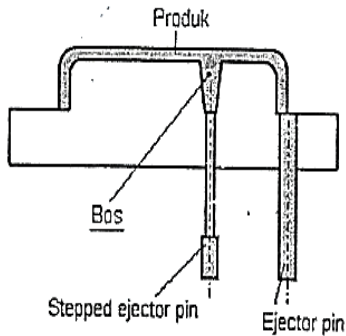
Penempatan *ejector pin* pada area yang terdapat release resistance besar. Kalau perlawanan (*resistance*) nya sama besar, maka *ejector pin* dipasang secara merata.



Gambar 2.56 *Ejector pin* [7]

- *Ejector Bos*

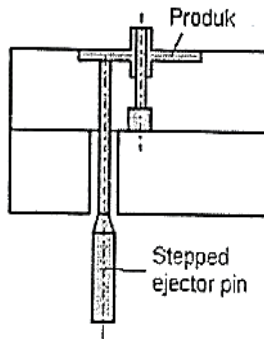
Kalau penempatan *ejector pin* disekitar *bos* atau *rib*, maka akan menyebabkan keretakan (*crack*). Untuk itu *ejector pin* ditempatkan di bagian dasar (bawah) *bos* atau *rib*.



Gambar 2.57 *Ejector bos* [7]

- *Stepped Ejector Pin*

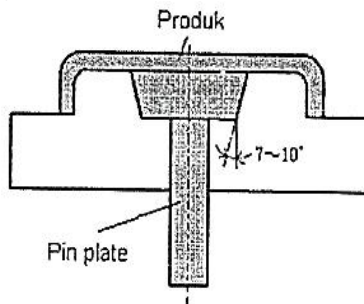
Kalau produk berukuran kecil, ukuran pinpun juga kecil. *Pin* ukuran kecil mudah patah, untuk itu sebagian dari panjangnya dibuat besar seperti tampak pada gambar.



Gambar 2.58 *Ejector stepped pin* [7]

- *Plate Ejector Pin*

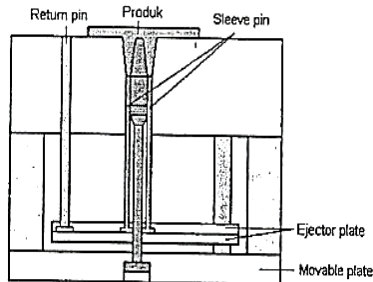
Sering digunakan untuk produksi tutup botol. Kelebihannya adalah mudah dalam pengerjaan *machining* dan area persinggungannya pun luas. Kekurangannya adalah sulitnya dalam *pin cooling*.



Gambar 2.59 Cara menentukan posisi *gate* [7]

- *Sleeve Pin*

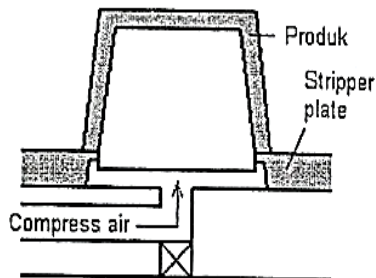
Mold release bisa berjalan dengan akurat karena didorong dengan merata dengan permukaan ujung. *Sleeve pin* yang diameter dalamnya kecil dan panjang membuat proses manufakturnya menjadi susah dan bagian yang tipis akan mudah pecah.



Gambar 2.60 *Sleeve pin* [7]

- *Air Compress Ejection*

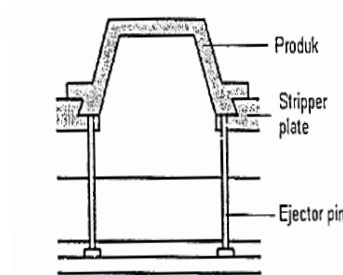
Air ejector merupakan model *mold release* dengan *pressure* udara, tetapi jarang digunakan dengan berdiri sendiri dan banyak digunakan sebagai bantuan *ejector* lain. Banyak digunakan pada produk yang dalam seperti ember dan lain-lain.



Gambar 2.61 *Air compress ejection* [7]

- *2 Step Ejection*

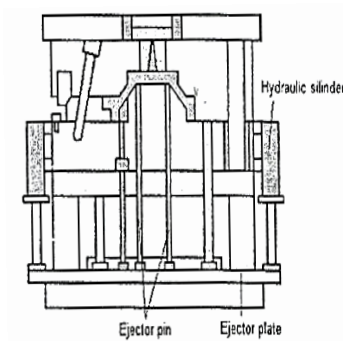
Ketika akan memberikan *timing ejection* produk dan *runner*, digunakan *2 step ejection*. Ada yang menggunakan 2 set *ejector plate*. Efektif untuk memperbaiki sifat *mold release* maupun agar tidak timbul *defect* pada produk.



Gambar 2.62 *2 step ejection* [7]

- *Hydraulic Ejection*

Melakukan *ejection* dengan *hydraulic cylinder* yang dipasang pada *mold*. Bisa untuk *timing* yang panjang dan *stroke* panjang, tetapi penggerak *hydraulic*.



Gambar 2.63 *Hydraulic ejection* [7]

2.2.9 Pendinginan (*Cooling*) *Mold*

Temperatur *mold* sangat berpengaruh pada proses produksi. Contoh, kalau temperatur *mold* terlalu rendah, maka aliran cairan plastik ke runner maupun gate tidak lancar, yang mengakibatkan tidak bisa dilakukannya pengisian ke *cavity*. Kalau temperatur *mold* terlalu tinggi, maka pendinginan-pengerasan cairan plastik akan memerlukan waktu yang lama, menyebabkan *cycle time* menjadi panjang. Kalau dilakukan kontrol terhadap temperatur, maka bisa mengharapakan hal-hal sebagai berikut:

- Bisa memperpendek pendinginan-pengerasan cairan plastik dan memperpendek *cycle time*.
- Bisa memperbaiki produktivitas, serta kondisi permukaan, kepresisian hasil produksi.
- Bisa mencegah timbulnya perbedaan ketebalan produk, perbedaan penyusutan, perbedaan stress bagian dalam, kecacatan produk seperti dekok (*curve*) maupun tegangan (*strain*).

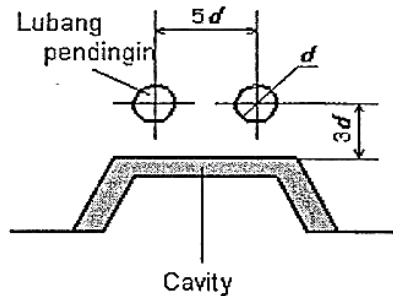
2.2.9.1 Posisi Lubang Pendingin

Agar pendingin efisien, maka harus memperhatikan posisi lubang pendingin seperti dibawah ini sebelum memutuskannya yaitu sebagai berikut:

- Menyesuaikan suhu *mold* dengan mengalirkan air pendingin dalam jumlah banyak dengan suhu yang sebisa mungkin mendekati suhu *mold*.
- Lebih baik memperbanyak lubang pendingin dari pada memperbesar diameter lubang pendingin.
- Untuk *core (insert)* maupun ketebalan *core* yang sulit didinginkan, bisa cukup didinginkan dengan menggunakan Side *core* ukuran besartau *side* miring dll.
- Agar air pendingin berfungsi baik, sebaiknya menggunakan material yang terbuat dari bahan yg memiliki sifat konduktifitas panas yang baik.

2.2.9.2 *Cooling Sisi Cavity*

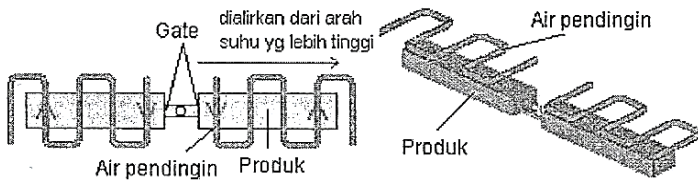
Untuk cooling pada *cavity* ditetapkan posisi lubang pendingin seperti dibawah.



Gambar 2.64 Posisi lubang pendingin *cooling* pada *cavity* [7]

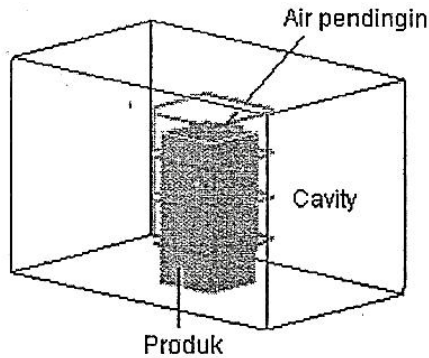
Ini adalah posisi dan angka yang bisanya digunakan, oleh karena itu perlu untuk sebelumnya memeriksa suhu materi pembentuk, suhu bahan pembuat *mold* dan posisi lubang pendingin. Kemudian air pendingin dialirkan dari titik suhu paling tinggi plastik cair (arah dekat dengan *gate*) searah mengalirnya materi cair tsb.

- Contoh lubang pendingin dalam 2 dimensi
Dimana air *cooling* dialirkan diatas produk.



Gambar 2.65w Contoh lubang pendingin dalam 2 dimensi [7]

- Contoh lubang pendingin dalam 3 dimensi
Dimana air pendingin dialirkan seperti mengelilingi produk

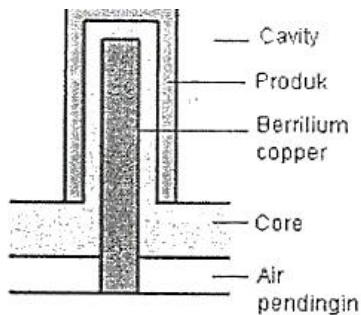


Gambar 2.66 Contoh lubang pendingin dalam 3 dimensi [7]

2.2.9.3 Cooling pada Core (Insert)

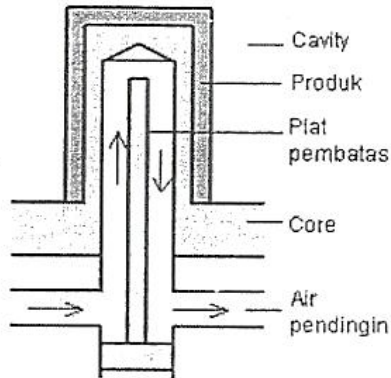
Cara mendinginkan *core* adalah seperti dibawah ini:

- Bila *core* terlalu kecil untuk dilewati lubang *cooling*. Dengan menyisipkan benda penghantar panas yg baik seperti *berilium copper* atau *heat pipe*, *core* didinginkan.



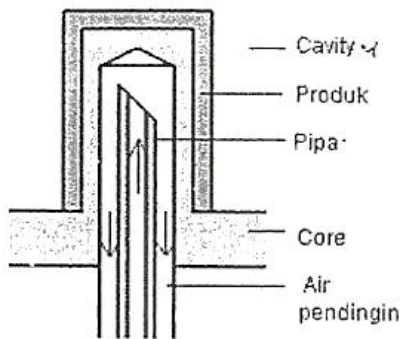
Gambar 2.67 Contoh lubang *core* terlalu kecil [7]

- Pendinginan *core* bila keadaan normal. Dalam lubang pendingin *core* disisipkan semacam plat pemisah yan berfungsi seperti pengatur aliran arus air pendingin.



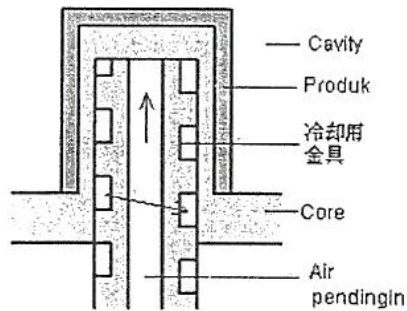
Gambar 2.68 Contoh lubang pendingin dalam keadaan normal [7]

- Bila *core* kira kira bisa dilewati lubang saluran pendingin. Dipasang pipa ke dalam lubang, kemudian air dialirkan dari pipa dengan arus kencang.



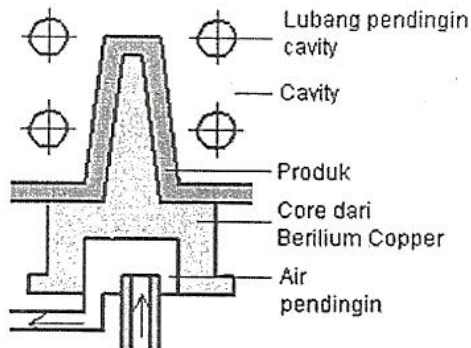
Gambar 2.69 Contoh lubang *core* dilewati lubang saluran pendingin [7]

- Bila *core* memungkinkan dilewati lubang pendingin yang cukup besar. Dalam lubang pendingin disisipkan plat metal, dimana nantinya arus air pendingin menjadi deras untuk mendinginkan.



Gambar 2.70 Contoh lubang *core* memungkinkan dilewati lubang pendingin yg cukup besar. [7]

- Bila *core* terlalu kecil sehingga tidak dapat dilewati lubang pendingin atau *heat pipe*. Keseluruhan *body core* dibuat dari materil *berilium copper* sehingga dapat berfungsi sebagai pendingin.



Gambar 2.71 Contoh lubang *core* terlalu kecil sehingga tidak dapat dilewati lubang pendingin atau *heat pipe* [7]

2.2.10 Alur Pembuangan Gas dan Udara

Pengertian alur pembuangan gas dan pembuangan udara Waktu cairan material disikan ke dalam *cavity*, maka gas yang timbul akibat dari udara maupun material yang tertinggal harus dikeluarkan dari *cavity*. Ini disebut dengan alur pembuangan gas maupun alur pembuangan udara. Apabila alur pembuangan gas atau alur pembuangan udara tidak dikerjakan dengan sempurna, maka akan timbul hal-hal seperti berikut:

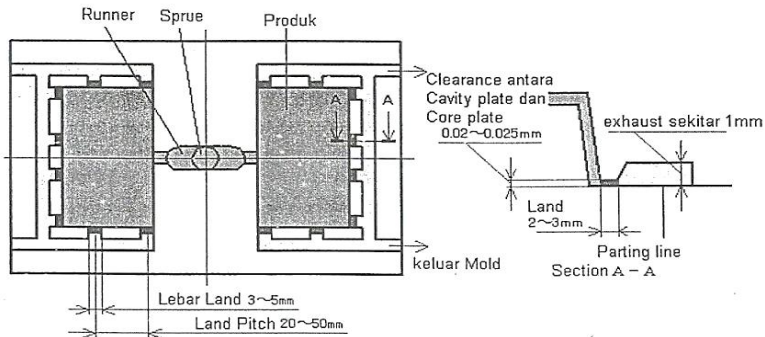
- Udara yang terkandung dalam cairan plastik yang mengalir ke dalam *mold* akan mampet dan panas yang dikeluarkan oleh udara ini akan menaikkan temperatur cairan plastik. Hal ini akan menimbulkan cacat pada produk seperti perubahanwarna 'kebakaran' dan sebagainya.
- Karena ada perlawanan dari udara dalam *mold*, akan mempermudah terjadinya short shot. Akan timbul pula kebakaran hitam di ujung area pengisian.
- Kalau kecepatan injeksi diperlambat, maka akan timbul pula produk cacat seperti disebutkan diatas.

2.2.11 Tipe Gas Vent

Berikut beberapa tipe gas *vent* yang biasanya sering dipakai yaitu:

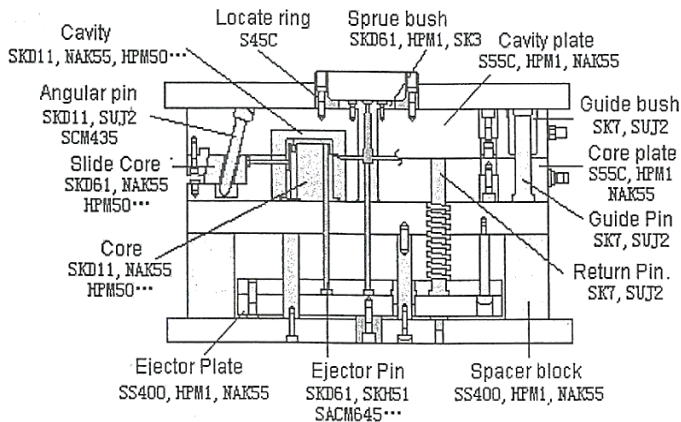
- Tipe *Sit* (*sit vent*)
- Tipe *Slit* (celah tipis)
- Tipe *Poppet Valve*
- Tipe *Paula Metal* (*sintering metal porosif* sekitar 5-20 μ)

PL *vent* dibuat dengan lebar land 3-5 mm, *land pitch* 20-50 mm seperti gambar di bawah (*land-groove gas vent* dan *air vent*). *Clearance* antara *cavity plate* dan *core plate* diambil sekitar 0.02-0.025 (berbeda sesuai material), disekitarnya diberikan jalur (*groove*) dengan kedalaman sekitar 1 mm sampai keluar *mold*.



Gambar 2.72 Contoh alur pembuangan gas dan pembuangan udara sistem pendingin [7]

2.2.12 Cara Menentukan Material *Mold*



Gambar 2.73 Contoh menentukan materi material *mold* Standar penentuan material *mold* [7]

Pemilihan material *mold* menentukan hasil akhir dari produk yang akan dibuat mengingat material *mold* yang digunakan berbeda-beda jenisnya sesuai dengan penggunaan.

Berikut adalah persyaratan yang digunakan untuk menentukan *standart material mold*.

- Sifat Anti Aus
Pertimbangannya adalah sejauh mana mampu mempertahankan usia penggunaan *mold (lifetime)* dan ukuran produk berdasarkan jumlah maupun kepresisian produk, dan sebagainya.
- Sifat *Polishing*
Sejauh mana *polishing mold* yang perlu dilakukan untuk *finishing* bagian luar produk.
- Sifat *Cutting Process*
Menggunakan material keras untuk mempermudah proses *machining mold* maupun *mold part*.
- Sifat *Heat Treatment*
Material yang digunakan harus memiliki sifat keseragaman kontur waktu dilakukannya *heat treatment*.
- Kekuatan (keuletan)
Waktu dilakukan produksi, material *mold* memiliki ketahanan terhadap *tensile stress* dan *compression stress*
- *Thermal Conductivity*
Waktu pendinginan, menggunakan material *mold* yang mudah dalam pengontrolan temperatur.
- *Delivery* harga
Menggunakan material murah di pasaran dan mendapatkan kepastian kecepatan dalam pengiriman. Penentuan material *mold* berdasarkan pertimbangan persyaratan-persyaratan tersebut. (khususnya untuk material *insert* pada posisi produk)

2.2.13 Jenis Material Mold dan Penggunaanya

Berikut dijelaskan jenis material *mold* beserta penggunaanya. Biasanya banyak digunakan *hardened steel*, *prehardened steel* dan material mentah untuk material *cavity* dan *core*.

- Material mentah (SS400 S50C) yang digunakan tanpa dilakukan *hardening*, digolongkan menjadi *as copper* dan *rold copper*.

- *Prehardened steel* yang sebelumnya telah dilakukan *heat treatment* seperti penyesuaian kualitas dan lain-lain kemudian setelah *machining* langsung digunakan. Jenis *prehardened steel* untuk plastik *mold* sangat banyak.
- *Hardened steel*. Setelah *machining* dilakukan *heat treatment* kemudian digunakan, penting untuk mengupayakan untuk meminimalkan deformasi saat *hardening*.

Material digunakan sesuai dengan bagian (komponen) yang menggunakan, kemudian meskipun menggunakan material yang sama, dengan melakukan *heat treatment* dan lainnya membuat *part* (komponen) yang sesuai dengan parameter tertentu.

2.2.13.1 Roll Steel untuk Umum (simbol JIS: SS400)

Murah dan mudah didapatkan. Kelemahannya adalah material lunak dan banyak terdapat *pin hole*. Digunakan untuk *part* yang tidak memerlukan kekuatan dan kekerasan (*ejector plate*, *spacer block*, *support pillar*, dsb).

2.2.13.2 Carbon Steel untuk Konstruksi Mesin (simbol JIS: S250-S55C)

Murah dan mudah didapatkan, tetapi sulit dalam proses *machining*. Dalam kondisi *normalizing* langsung digunakan, adapula yang dilakukan *quenching* dan *tempering* terlebih dahulu baru digunakan.

- **S35C-S45C**

Banyak digunakan untuk aksesoris *mold*, *backing plate*, *locatering*, *spruebush*, dsb.

- **S55C**

Setelah dilakukan *quenching* dan *tempering* sampai kekerasan HS28-35, material semakin mudah dalam proses

machining. Ini merupakan material standar yang banyak digunakan.

2.2.13.3 Carbon Tool Steel (Simbol JIS: SK3-SK7)

Kekerasan *quenching* dibuat tinggi yakni HRC50-60 yang memiliki ketahanan terhadap keausan. Dari material *tool* yang ada, material ini merupakan material dengan harga murah. Digunakan untuk komponen yang digunakan pada area *sliding*, area yang memerlukan kekerasan dan tahan aus seperti *guide pin*, *guide bush* dan *return pin*.

2.2.13.4 Alloy Tool Steel (Simbol JIS: SKD, SKS)

- **SKD11**

Material SK sangat bagus untuk *quenching*, anti aus, dan memiliki dampak tegangan (*strain*) sangat kecil. Digunakan untuk *cavity* maupun *core* (*inset*), dengan kekerasan HRC55 - 58 Selain itu juga digunakan untuk material tahan aus, tahan terhadap perubahan bentuk, serta untuk proses panas (*hot processing*).

- **SKD61**

Digunakan untuk *cavity* dan *core* (*insert*) yang memerlukan kekerasan dan tahan aus. Material ini memiliki ketahanan terhadap panas dan keuletan. Penggunaan pada *ejector pin*, untuk mengeraskan permukaan material maka dilakukan *nitriding*. Kekerasanya antara HRC45-48.

- **SKS2, SKS3**

Menambahkan *chrome*, *tungsten* pada *carbon tool steel* dan dilakukan *quenching* untuk meningkatkan ketahanan terhadap aus. Dengan kekerasan HRC55-60, digunakan untuk *cavity*, *core* (*insert*) yang memerlukan kekerasan dan ketahanan terhadap aus.

2.2.13.5 Prehardened Steel

Sebelumnya telah dilakukan penyesuaian kekerasan (HRC33~40) dan digunakan pada *cavity* cor dan lainnya. Jenisnya banyak dan perlu dipilih sesuai dengan kebutuhan produk *molding*. Daftar di bawah ini adalah metal material yang digunakan sebagai material *mold*. Item-itemnya berbeda-beda tergantung kebutuhan *mold* itu sendiri, baik untuk kualitas produk, *finishing* permukaan, kekerasan/pengisian.

Tabel 2.3 Contoh material yang digunakan menentukan material *mold*

Beberapa resin		Contoh produk	Sifat yang diperlukan material mold	Hitachi metal	Daido steel
Plastik jenis thermoplastic yang umum	GP resin GP eng. plastic	Instrument OA Prod. sehari-hari Jenis gear	Machinability	HPM1 (jenis PH-SCM)	NAK55 (jenis PH-SCM)
	PMMA PS	Top cover Accessories	Mirror polishing Shibo process	CENA1 (PH)	NAK80 (PH)
	PVC Material tidak mudah terbakar	Joint Instrumen OA Electric part	Corrosion resistance	PSL (jenis PH-sus)	NAK101 (jenis PH-sus)
Resin dengan kandungan glass fiber	GP eng. plastic Super eng. plastic	Instrumen OA Electric tool Electric part	Wear resistance	DAC (jenis SKD61)	DHA1 (jenis SKD61)
			Wear resistance	HPM31 (jenis SKD11)	PD613 (jenis SKD11)

2.2.13.6 Heat Treatment pada Material Mold

Ada yang melaksanakan proses *machining* metal material dan langsung digunakan, dan ada juga yang menggunakan metal material setelah meningkatkan kualitas metal material melalui *heat treatment* maupun *surface treatment* terlebih dahulu. *Heat treatment* dilakukan untuk meningkatkan kualitas metal material secara keseluruhan. *Surface treatment* dilakukan hanya untuk meningkatkan kualitas permukaan metal material saja. Tujuannya

adalah untuk mempertahankan kualitas bagian dalam material dimasa datang.

- *Heat Treatment*

Heat treatment adalah pekerjaan penambahan panas, pendinginan, dan sebagainya yang dilakukan terhadap metal material untuk mendapatkan kekerasan, ketahanan terhadap aus, kemudahan dalam *cutting*, dsb sesuai dengan kebutuhan. Terdapat 4 pekerjaan dalam *heat treatment*, yakni: *quenching*, *tempering*, *normalizing* dan *annealing*.

- *Quenching Metal*

Metal dipanaskan dengan temperatur tinggi dan dengan air atau oli didinginkan dengan tiba-tiba. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kekerasan. Kandungan karbon dalam metal dibawah 0.3%. Kalau kandungan karbon di atas 0.3% maka tidak ada artinya. Pada jenis SKD, sekitar 950 ~ 1050°C (referensi)

- *Tempering*

Untuk SKD11, 400°C (*high temperature tempering*) 200°C (*low temperature tempering*). Setelah dilakukan *quenching*, sekali lagi dilakukan pemanasan dan pendinginan. Tujuannya untuk meningkatkan kekuatan metal, sementara kekerasannya sedikit lebih lunak dibandingkan setelah *quenching*.

- *Normalizing*

Pemanasan sampai pada temperatur tertentu yang dipertahankan pada waktu tertentu. Selanjutnya dilakukan pendinginan udara (*air cooling*). Tujuannya adalah untuk melakukan standarisasi yakni untuk meningkatkan kualitas *cast steel* (struktur metal yang kasar, kualitas mekanikal yang buruk) dan penyeragaman mikro *kristali forging metal*.

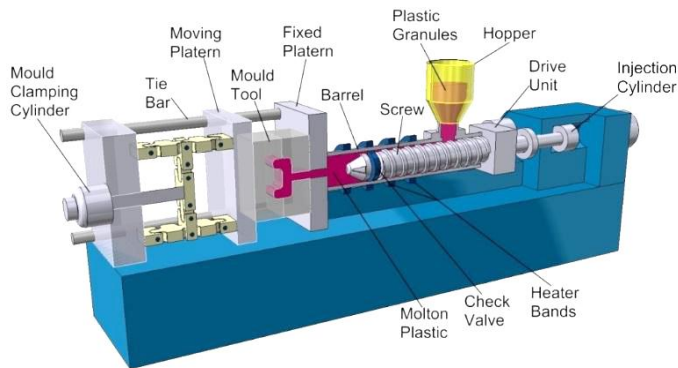
- *Annealing*

Pemanasan sampai pada temperatur tertentu yang dipertahankan pada waktu tertentu. Pendinginan dilakukan secara bertahap.

Tujuannya adalah untuk menghilangkan cacat pada metal material, yakni untuk menghilangkan tegangan (*strain*) struktur metal, penyeragaman mikro kristal, pengerasan proses, dan sebagainya.

2.2.14 Proses Injeksi Plastik

Pencetakan produk dalam perancangan ini menerapkan proses injeksi (*injection molding*), dimana proses ini sangat sesuai untuk material thermoplastik, karena dengan pemanasan, material akan melunak dan akan mengeras kembali bila didinginkan. Material plastik yang berbentuk granulat/butiran ditempatkan dalam suatu corong (*hopper*) yang membuatnya masuk ke dalam silinder injeksi seperti ditunjukkan oleh gambar 2.8.



Gambar 2.74 Unit mesin injeksi [6]

Material yang sudah dipanasi dan mencair ini akan terus didorong melalui *nozzle* dan melewati *sprue bush* ke dalam rongga cetak (*cavity*) dari cetakan yang sudah tertutup. Setelah beberapa saat didinginkan, cetakan dibuka dan benda jadi yang sudah mengeras dikeluarkan dengan suatu mekanisme tertentu.

Adapun *injection molding* merupakan suatu proses yang bersifat siklus, artinya langkah kerja yang sama dilakukan berulang-ulang dengan suatu urutan yang telah ditentukan, secara terus menerus. Langkah kerja utama pada proses injeksi dapat dijelaskan sebagai berikut :

Langkah 1 : Cetakan menutup.

Langkah 2 : Injeksi dimulai, unit injeksi maju hingga *nozzle* merapat ke cetakan.

Langkah 3 : *Screw* mulai berputar sehingga material yang telah mencair bergerak maju dengan tekanan yang tinggi dan diinjeksikan kedalam *cavity*.

Langkah 4 : *Fase holding pressure*, yaitu material *plastic* dibiarkan sesaat dalam rongga cetakan sehingga membeku dan siap dikeluarkan.

Langkah 5 : Unit injeksi kembali mundur dengan maksud agar *sprue bush* tidak terkena panas dari *nozzle*.

Langkah 6 : Ulir/*screw* berputar kearah berlawanan sehingga material plastik terdorong kembali ke ruang pengumpul.

Langkah 7 : Cetakan terbuka, produk serta *runner* dikeluarkan.

2.2.15 Tekanan Injeksi

2.2.15.1 Internal Injection Pressure

Pada proses injeksi, pangkal *screw* dihubungkan dengan piston di dalam slider yang bertekanan. Piston ini memberikan gaya dorong yang diteruskan ke ujung *screw* sehingga bila penampang *screw* akan timbul tekanan yang disebut tekanan injeksi luar. Sedangkan tekanan sesungguhnya yang diperlukan untuk mengisi *cavity* disebut tekanan isi spesifik. Besarnya tekanan isi spesifik (P_i) dapat dicari dengan persamaan:

$$P_i = F_p \times f_s \quad (2.7) [22]$$

Dimana : F_p : Panjang aliran dari *gate* (cm)
 f_s : *Factor* tebal dinding (N/cm^3)

Harga *factor* tebal dinding diperoleh oleh tabel 2.2 di bawah ini yang nilainya tergantung dari ketebalan dinding produk minimum dalam satuan millimeter.

Tabel 2.4 Harga faktor ketebalan dinding

<i>S(mm)</i>	<i>fs(N/cm³)</i>	<i>S(mm)</i>	<i>fs(N/cm³)</i>
0,5	100	1,3	18
0,6	70	1,4	15
0,7	57	1,5	13
0,8	45	1,6	11
0,9	35	1,7	10
1	30	1,8	9
1,1	26	1,9	8
1,2	21	2	7

2.2.15.2 *Pressure Drop*

Plastik sebagai material yang diinjeksikan ke dalam *cavity* merupakan *fluida non newtonian*. Dalam perjalanan dari *nozzle* hingga ke *cavity*, aliran plastik mengalami penurunan tekanan oleh karena adanya gesekan. *Pressure drop* yang terjadi pada *sprue*, *runner* dan *gate* dapat dihitung dengan persamaan:

$$\Delta P = \frac{8 \times Q \times \eta \times L}{\pi \times R^4} \quad (\text{Untuk Penampang Bulat}) \quad (2.8) [22]$$

$$\Delta P = \frac{12 \times Q \times \eta}{\pi \times H^3} \quad \text{(Untuk Penampang Kotak)} \quad (2.9) [22]$$

Dimana:

Q = Debit aliran plastik (cm^3/s)

η = Viskositas fluida plastik (Pa.s)

L = Panjang saluran (cm)

R = Radius saluran (cm)

W = Lebar saluran (cm)

H = Tebal saluran (cm)

Untuk menentukan besarnya viskositas aliran plastik, maka perlu dihitung besarnya *apparent wall shear rate* (γ) dengan persamaan:

$$\gamma = \frac{4Q}{\pi R^3} \quad \text{(Untuk Penampang Kotak)} \quad (2.10) [22]$$

$$\gamma = \frac{6Q}{WH^2} \quad \text{(Untuk Penampang Segitiga)} \quad (2.11) [22]$$

Besarnya *pressure drop* total adalah sebagai berikut:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{runner}} + \Delta P_{\text{runner}} + \Delta P_{\text{gate}} \quad (2.12) [22]$$

2.2.15.3 Tekanan Minimum Injeksi

Besarnya tekanan injeksi minimum adalah jumlah besarnya tekanan pengisian dan *pressure drop* yang terjadi pada saluran:

$$P_{\text{min}} = P_i + \Delta P \quad (2.13) [22]$$

2.2.16 Gaya Pengekaman

Tekanan injeksi yang terjadi pada *cavity* akan menimbulkan suatu gaya yang terhadap luasan proyeksinya. Gaya tersebut dinamakan gaya injeksi yang besarnya adalah:

$$F_i = P_i \times A \quad (2.14) [22]$$

Dimana: F_i = Gaya injeksi dari mesin (N)

P_i = Tekanan injeksi internal (N/m²)

A = Luasan proyeksi produk (m²)

Gaya injeksi ini harus mampu ditahan oleh gaya pengekaman mesin. Untuk keamanan perlu ditambahkan 10% dari gaya injeksi ini sehingga gaya pengekaman minimum yang diperlukan untuk menahan cetakan tetap tertutup rapat sebesar:

$$F_c = F_i (1+10) \quad (2.15) [22]$$

2.2.17 Gaya Pelepasan Produk

Untuk melepaskan produk dari permukaan *mold base* diperlukan gaya yang melawan gaya yang melawan gaya cengkaman produk terhadap cetakan. Tegangan tarik yang terjadi saat produk mencengkam cetakan besarnya:

$$F_c \geq (1 + \mu_0) \times p_a \times A_c \quad (2.16) [22]$$

$$p_A = \frac{\text{mass of plastik}}{\text{area}} \quad (2.17) [22]$$

Dimana:

F_c = Gaya pelepasan produk (N)

μ = Koefisien gesek antara plastic dan plat

A_c = Luas permukaan produk yang mencekam permukaan plat (m²)

p_A = Tegangan kontak antara plastik dan *core*

Tabel 2.5 Koefisien gesek *thermoplastik* terhadap kekasaran permukaan *cavity*

<i>Material</i>	<i>Coefficient of friction for roughness height</i>		
	1μm	6μm	20μm
PE	0,38	0,52	0,7
PP	0,47	0,5	0,84
PS	0,37	0,52	1,82
ABS	0,35	0,46	1,33
PC	0,47	0,68	1,6

2.2.18 Pendinginan Cetakan

2.2.18.1 Keseimbangan Panas Pada Pendinginan *Mold*

Keseimbangan panas terjadi dari aliran padan yang masuk dan aliran panas yang harus dikeluarkan dari *mold*. Dalam hal ini diambil nilai rata-rata dari tiap aliran panas yang dihasilkan dalam satu siklus injeksi. Hal yang akan dicapai dalam keseimbangan panas adalah jumlah panas yang harus dibuang oleh media pendingin. Keseimbangan panas dalam *mold* adalah sebagai berikut:

$$Q_{pl} + Q_{ol} + Q_{kv} + Q_{pd} + Q_{rd} = 0 \quad (2.18) [22]$$

Dimana:

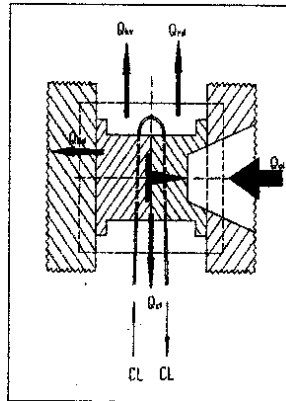
Q_{pl} = Perpindahan panas dari plastik cair kedalam *mold* (W)

Q_{ol} = Perpindahan panas melalui media pendingin (W)

Q_{kv} = Perpindahan panas ke sekeliling *mold* melalui konveksi (W)

Q_{kd} = Perpindahan panas ke sekeliling *mold* melalui konduksi (W)

Q_{rd} = Perpindahan panas ke sekeliling *mold* melalui radiasi (W)



Gambar 2.75 Keseimbangan panas pada *mold* [22]

Dalam hal ini aliran panas yang menyebabkan *mold* menjadi panas dihitung positif (+) dan aliran panas yang menyebabkan *mold* menjadi dingin dihitung negative (-). Pada proses *injection molding*, material plastik diinjeksikan ke dalam cetakan sehingga Q_{pl} akan selalu positif (+) sedangkan perpindahan ke sekeliling *mold* dapat positif (+) atau negative (-) tergantung dari *temperature mold*.

2.2.18.2 Jumlah Panas Yang Diterima Mold

Pengeluaran produk dari dalam *mold* tidak perlu menunggu sampai produk mencapai *temperature* kamar, tetapi pada *temperature* tertentu dimana produk sudah cukup kuat untuk dikeluarkan. Pengeluaran produk dari dalam *mold* sebaiknya dilakukan sedikit diatas *temperature* kamar sehingga jumlah kalor yang diterima oleh badan *mold* dapat dikurangi. Jumlah panas yang dilepaskan plastik kedalam *mold* tiap

detiknya adalah sebagai berikut:

$$Q_{pl} = \frac{m \cdot \Delta h}{t_c} \quad (2.19) [22]$$

Dimana:

m = Berat produk (gr)

t_c = *Cycle time*

h = Selisih *enthalpy* pada *temperature* leleh plastik dan *temperature* pengeluaran produk (kl/kg)

Panas yang diterima *mold* sebesar Q_{pl} tersebut, sebagian akan terbuang ke sekeliling *mold* secara konveksi, konduksi dan radiasi. Sedangkan sisanya harus sibuat dengan bantuan media pendingin.

2.2.18.3 Panas yang Dilepas Ke Udara Sekitar

Panas yang dilepas *mold* ke sekeliling dapat berlangsung secara konveksi, konduksi maupun radiasi.

2.2.18.3.1 Panas yang Dilepas Secara konveksi

Pepindahan panas secara konveksi merupakan perpindahan panas melalui *fluida* yang bergerak. Panas yang dilepas secara konveksi dibedakan menjadi dua yaitu, melauai permukaan *vertikal* dan permukaan *horizontal*.

- a. Panas yang dilepas secara konveksi bebas (*free convection*) melalui permukaan *vertical*. Perhitungan besarnya panas yang dilepas melalui permukaan *vertikal* adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Q_{kvv} = Banyaknya panas yang dilepas oleh permukaan *vertical*

T_u = Temperatur udara sekeliling ($^{\circ}\text{C}$)

T_w = Temperatur badan *mold* ($^{\circ}\text{C}$)

T_f = Temeperatur film = $\frac{T_w + T_u}{2}$
 μ = Viskositas udara (m^2/det)
 β = Konstanta ekspansi thermal
 Pr = Bilangan prandtl
 L = Tinggi *mold* (m)
 A = Difusivitas thermal (m^2/det)
 k = Konduktivitas panas (W/m.K)

Bilangan Rayleigh (Ra) :

$$Ra_L = \frac{g \cdot \beta (T_u - T_w) \cdot L \cdot 3}{\nu \cdot \alpha} \quad (2.20) [22]$$

Aliran konveksi bebas akan laminar bila harga Rayleigh = 10. Hubungan empiris antara 9 bilangan Rayleigh dan bilangan Nusselt untuk aliran laminar adalah sebagai berikut:

$$Nu_L = \frac{h_L}{k} = C \cdot Ra_L^n \quad (2.21) [22]$$

untuk aliran laminar harga $n = 1/4$.

Persamaan *empiris* bilangan *Nusselt* pada *plat vertikal* untuk aliran yang biasa dipakai pada perhitungan teknik adalah sebagai berikut:

$$Nu_{uL} = 0,68 \frac{0,670 \cdot Ra_L^4}{[1 + (0,492/Pr)^{9/16}]^{4/9}} \quad Ra_L \leq 10 \quad (2.22) [22]$$

Koefisien konveksi dapat dihitung dengan persamaan (2.22) di atas:

$$h = \frac{k \cdot N_{uL}}{L} \quad (2.23) [22]$$

Jadi, banyaknya panas yang dilepas oleh permukaan *vertikal* adalah sebagai berikut :

$$Q_{kvv} = h \cdot A_v \cdot (T_w - T_u) \quad (2.24) [22]$$

- b. Panas yang dilepas secara konveksi bebas (*free convection*) melalui permukaan *horizontal*. Pada permukaan *horizontal*, perhitungan banyaknya panas dibedakan menjadi dua bagian yaitu pada permukaan yang menghadap ke atas dan yang menghadap ke bawah dan didefinisikan sebagai:

$$Lc = \frac{A_h}{P} \quad (2.25) [22]$$

Dimana:

Lc = Panjang karakteristik (m)

A_h = Luas permukaan *horizontal* (m²)

P = Keliling permukaan *horizontal* (m)

Panas yang dilepas oleh permukaan *horizontal* yang menghadap ke atas.

Bilangan Nusselt untuk permukaan *horizontal* yang menghadap ke atas adalah sebagai berikut:

$$N_{uL} = \frac{h \cdot L_c}{k} = 0,54 R_{aL}^{1/4} \quad (10^4 < R_{aL} < 10^7) \quad (2.26a) [22]$$

$$N_{uL} = \frac{h \cdot L_c}{k} = 0,15 R_{aL}^{1/3} \quad (10^7 < R_{aL} < 10^{11}) \quad (2.26b)$$

[22]

Koefisien konveksinya adalah:

$$h = \frac{k \cdot Nu_L}{L \cdot c} \quad (2.27) [22]$$

Sehingga banyaknya panas yang dilepas oleh permukaan *horizontal* yang menghadap ke atas adalah:

$$Q_{kvha} = h \cdot A_h \cdot (T_w - T_u) \quad (2.28) [22]$$

Bilangan *Nusselt* untuk permukaan *horizontal* yang menghadap ke atas adalah sebagai berikut:

$$Nu = 0,27 R_{aL}^{1/4} \quad (10^5 < R_{aL} < 10^{10}) \quad (2.29) [22]$$

Koefisien konveksinya adalah:

$$h = \frac{k \cdot Nu_L}{L_c} \quad (2.30) [22]$$

Sehingga banyaknya panas yang dilepas oleh permukaan *horizontal* yang menghadap ke atas adalah:

$$Q_{kvhb} = h \cdot A_h \cdot (T_w - T_u) \quad (2.31) [22]$$

Jadi, besarnya panas yang dilepaskan oleh *mold* secara konveksi bebas melalui permukaan *mold* adalah:

$$Q_{kv} = Q_{kvv} + Q_{kvha} + Q_{kvhb} \quad (2.32) [22]$$

2.2.18.3.2 Panas yang Dilepaskan Secara Radiasi

Radiasi thermal merupakan radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh suatu benda karena temperaturnya, perpindahan panas terjadi tanpa materi pembawa materi panas. Tiap benda akan memancarkan panasnya dengan radiasi tertentu. Permasaan yang digunakan untung menghitung besarnya perpindahan panas secara radiasi adalah sebagai berikut:

$$Q_{rd} = A \cdot E \cdot C_3 [(T_w)^4 - (T_u)^4] \quad (2.33) [22]$$

Dimana:

Q_{rd} = Perpindahan panas secara radiasi (W)

A = Luas sisi-sisi *mold* (m_2)

E = Faktor emisi

C_3 = Konstanta *Stefan-Boltzman* = $5,669 \cdot 10^4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

2.2.19 Waktu Siklus Proses Injeksi

Waktu siklus merupakan waktu yang diperlukan untuk mencetak produk dari polimer leleh sampai menjadi produk jadi dalam satu kali langkah injeksi. Waktu siklus terdiri dari waktu gerak cetakan, waktu penginjeksian, waktu pengeluaran produk dan waktu pendinginan.

2.2.19.1 Waktu Gerak Cetakan (t_b)

Waktu gerak cetakan adalah waktu untuk membuka cetakan, mengeluarkan produk plastik dari cetakan dan menutup kembali cetakan.

- a. Waktu gerak cetakan membuka (t_{bb})

Adalah waktu cetakan untuk membuka daan mengeluarkan produk plastik dari dalam cetakan.

$$t_{bb} = \frac{L}{V_{bb}} \quad (2.34) [22]$$

- b. Waktu gerak cetakan menutup (t_{bt})
Adalah waktu gerak cetakan menutup kembali setelah produk dikeluarkan.

$$t_{bb} = \frac{L}{V_{bb}} \quad (2.35) [22]$$

Dimana :

V_{bb} = Kecepatan gerak membuka (cm/s)

V_{bt} = Kecepatan gerak menutup (cm/s)

Jadi waktu gerak cetakan dihitung dengan:

$$t_b = t_{bb} + t_{bt} \quad (2.36) [22]$$

2.2.19.2 Waktu Penginjeksian

Waktu penginjeksian adalah waktu yang diperlukan dari posisi menutup sampai plastik cair mengisi penuh rongga *cavity*.

$$t_i = t_{i*} + t_h \quad (2.37) [22]$$

- a. Waktu injeksi sebenarnya (t_{i*})
Adalah waktu yang diperlukan cairan plastik untuk mengisi rongga *cavity* sampai penuh.

$$t_{i*} = \frac{V_p}{0,8 \cdot Q_{mesin}} \quad (2.38) [22]$$

- b. *Holding time* (t_h)
Holding time adalah waktu yang diperlukan agar

polimer dalam rongga *cavity* benar-benar mampat, dengan cara *nozzle* tidak langsung bergerak mundur setelah penginjeksian tetapi diam selama 1-3 detik.

2.2.19.3 Waktu Pengeluaran Produk

Waktu pengeluaran produk adalah waktu yang diperlukan oleh *ejector* untuk mendorong produk keluar dari cetakan dan kembali ke tempat semula.

- a. Waktu gerak mendorong (t_L)

Adalah waktu yang diperlukan oleh *ejector* untuk mendorong produk plastik dari dalam cetakan.

$$t_L = \frac{L}{v_{bb}} \quad (2.39) [22]$$

- b. Waktu gerak *ejector* kembali (t_K)

Adalah waktu yang diperlukan oleh *ejector* untuk kembali ke posisi semula.

$$t_K = \frac{L}{v_{kk}} \quad (2.40) [22]$$

- c. Waktu plastik jatuh

Setelah produk lepas dari cetakan maka mesin harus memberi kesempatan beberapa saat supaya produk jatuh dan tidak terjepit pada saat cetakan kembali.

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (2.41) [22]$$

$$t_J = \frac{h}{V} \quad (2.42) [22]$$

Jadi waktu pengeluaran produk dihitung dengan :

$$t_c = t_L + t_K + t_J \quad (2.43) [22]$$

2.2.19.4 Waktu Pendinginan

Waktu pendinginan adalah waktu yang diperlukan untuk menurunkan temperatur dinding cetakan dari temperatur pemasukan plastik ke dalam rongga cetakan hingga mencapai suhu yang diinginkan. Waktu pendinginan produk dapat dihitung dengan:

$$t_c = \frac{S^2_{max}}{\pi^2 \lambda_p} L_n \left(\frac{8}{\pi^2} \frac{T_m - T_w}{T_e - T_w} \right) \quad (2.44) [22]$$

Dimana:

S = Tebal maksimal dinding produk (mm)

T_m = Temperatur leleh (° C)

P = Difusi panas produk (m²/det)

T_w = Temperatur dinding *cavity* (° C)

T_e = Temperatur pengeluaran produk (° C)

2.2.19.5 Waktu Siklus

Waktu siklus dijabarkan dengan persamaan:

$$t_{siklus} = t_b + t_i + t + t_c \quad (2.45) [22]$$

Dimana:

t_b = Waktu gerak cetakan (s)

t_i = Waktu injeksi (s)

t_c = Waktu ejeksi (s)

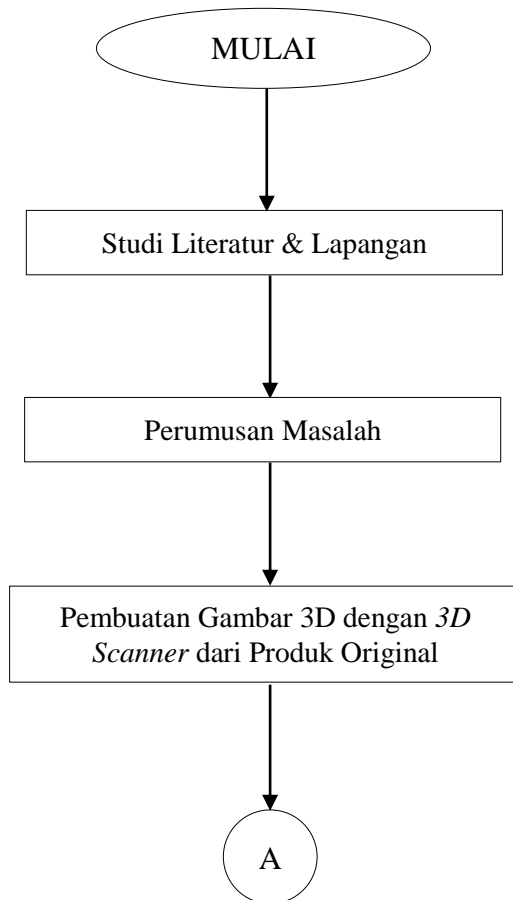
t_c = Waktu pendinginan (s)

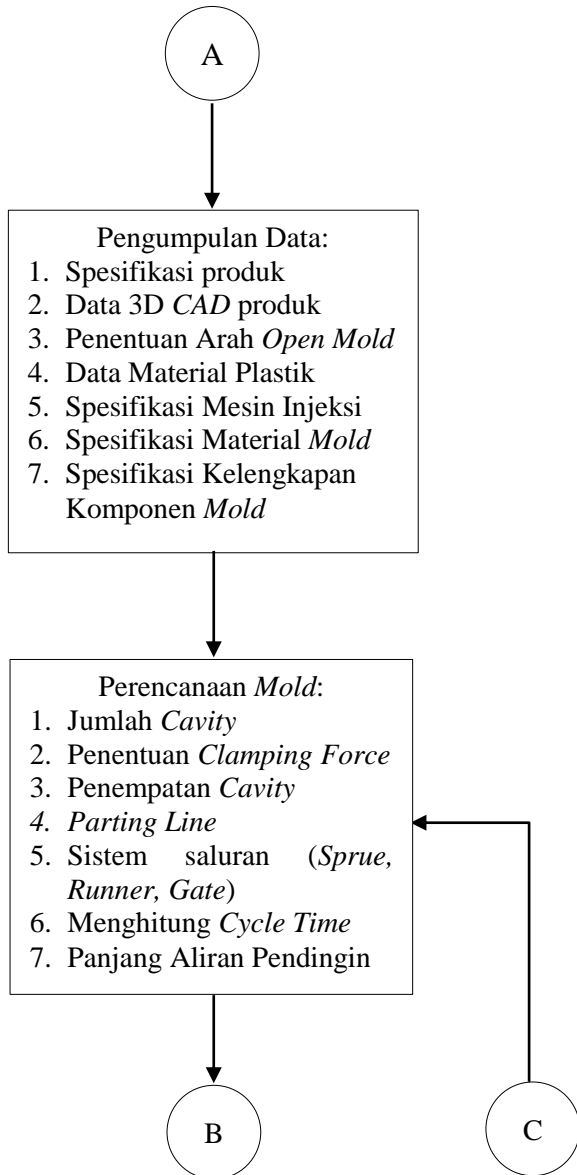
BAB III

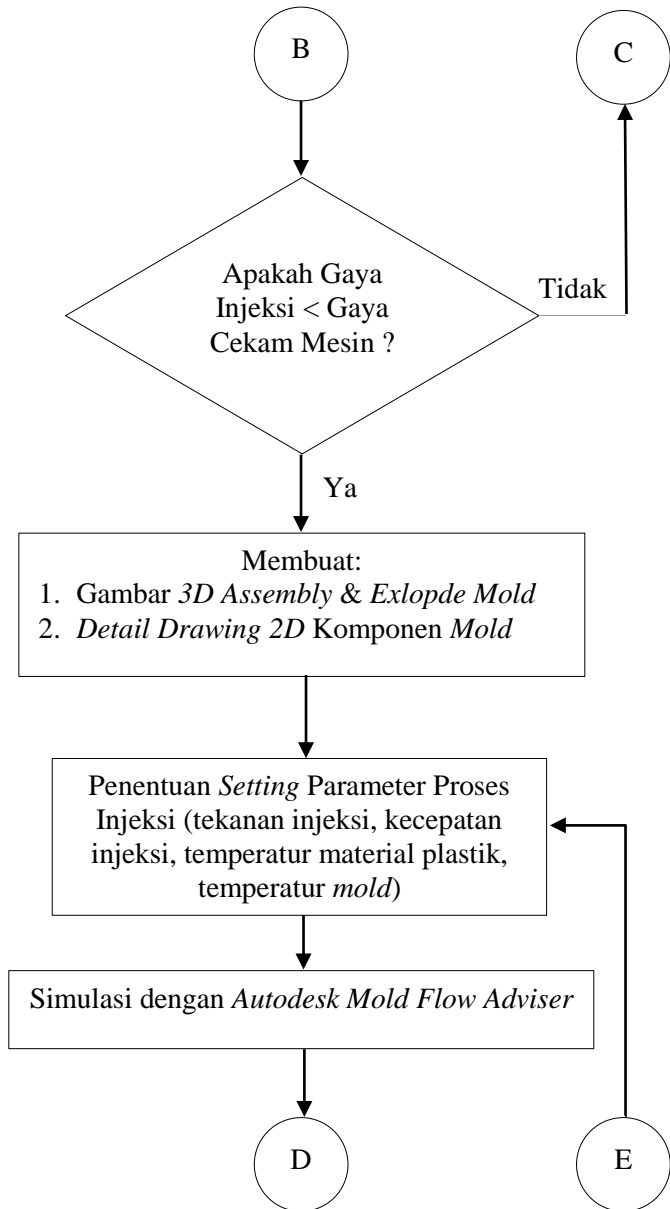
METODE PENELITIAN

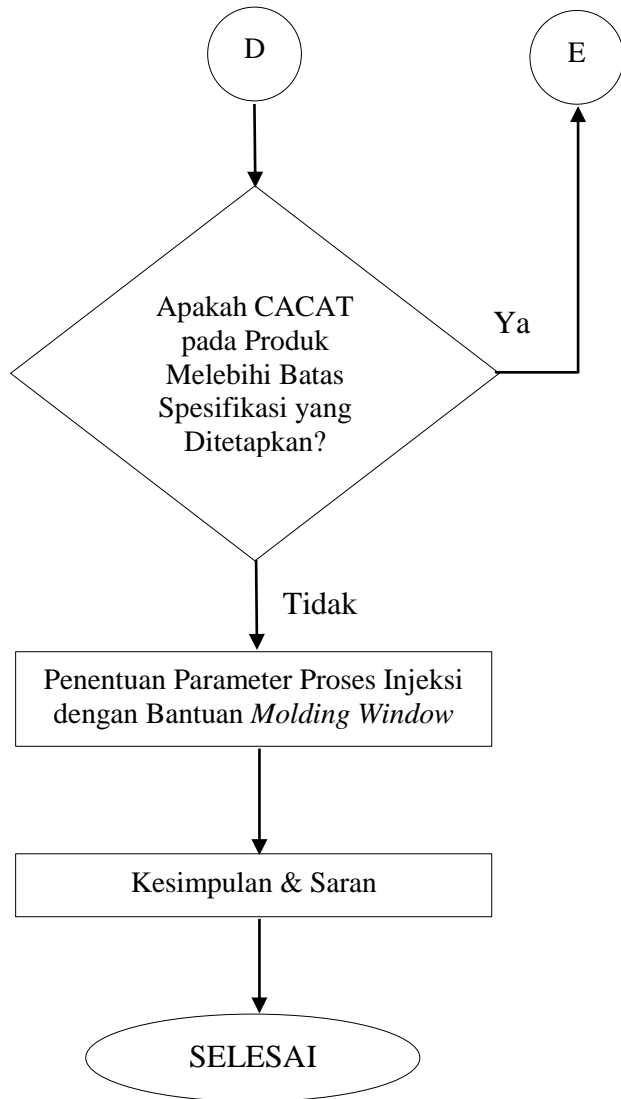
3.1 Diagram Alir Perancangan Cetakan Mika Lampu Sein Depan Yamaha Jupiter Z 2010

Dibawah ini pada gambar 3.1 akan dijelaskan diagram alir perancangan cetakan mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010.









Gambar 3.1 *Flowchart* penelitian

3.2 Tahap Perancangan Cetakan Mika Lampu Sein Yamaha Jupiter Z 2010

Tahap-tahap yang dilaksanakan dalam perancangan cetakan mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010 adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur dan Lapangan
Merumuskan masalah yang terkandung dalam merancang cetakan mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010.
2. Perumusan Masalah
Merumuskan masalah yang terkandung dalam merancang cetakan mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010.
3. Pembuatan gambar 3D dengan 3D Scanner dari Produk *Original*

Menggambil data *surface* permukaan dari produk *original* sehingga terbentuk *surface* Produk secara keseluruhan dengan memanfaatkan lensa kiri dan lensa kanan serta proyektor dari mesin *scanner*, sehingga didapatkan data *3D mesh* yang akan dikerjakan pada proses yaitu *Reverse Engineering*. Menggambil data *Surface* dari produk *original* yang telah di *scan 3D* untuk dijadikan acuan untuk menggambar *3D* atau istilahnya disebut *Reverse Engineering*.

4. Pengumpulan Data untuk Perancangan Cetakan
 - a. Spesifikasi Produk
Spesifikasi produk yang akan dirancang dalam pembuatan *mold base* meliputi geometri produk, jenis material plastik produk serta volume produk.
 - b. Data 3D CAD Produk
Data 3D CAD diperoleh dengan menggunakan metode *3D Scan*
 - c. Data Material Plastik
Spesifikasi material plastik yang akan digunakan dan sesuai dengan spesifikasi produk *original*
 - d. Spesifikasi Mesin Injeksi
Data mesin merupakan kumpulan data dan spesifikasi dari mesin *injection molding* yang akan digunakan

- meliputi kapasitas tekanan, gaya cekam, kapasitas penginjeksian, ukuran cetakan, dan sebagainya. Mesin yang akan digunakan adalah *Hwa Chin Injection Molding Machine* HC 250 Tipe M
- e. Spesifikasi Material *Mold Base*
Spesifikasi material *mold base* dirancang berdasarkan spesifikasi produk yang meliputi material produk yang akan digunakan
 - f. Spesifikasi Kelengkapan Komponen *Mold Base*
Spesifikasi kelengkapan komponen *mold base* dirancang berdasarkan spesifikasi *mold base* dan spesifikasi produk yang meliputi material produk yang digunakan.
5. Perencanaan Cetakan/*Mold Base*
Adapun perencanaan cetakan yang akan dilakukan meliputi:
- a. Jumlah *Cavity*
Menentukan berapa jumlah *cavity* yang dapat dibuat dengan mengacu kepada spesifikasi mesin injeksi.
 - b. Penempatan *Cavity*
Menempatkan posisi *cavity* agar dapat masuk diantara sela *tie bar* mesin injeksi.
 - c. *Parting Line*
Menentukan *parting line* produk untuk memisahkan antara bagian *core* dan *cavity*.
 - d. Sistem Saluran (*Sprue, Runner, & Gate*)
Membuat system saluran masuknya material plastik pada cetakan.
 - e. *Cycle Time*
Menghitung waktu siklus dalam satu kali proses injeksi
 - f. Panjang Aliran Pendingin
Menghitung panjang aliran pendinginan pada cetakan mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010 ini
6. Perhitungan Gaya Injeksi < Gaya Cekam Mesin
Dihitung gaya injeksi yang terjadi dibandingkan dengan gaya cekam mesin, dan mendapatkan *outpun* gambar 3D

assembly & explode mold serta *detail drawing 2D* komponen *mold*.

7. Membuat Gambar Produk

Membuat gambar *3D assembly* dan *explode mold*, dan membuat gambar *2D drawing* komponen *mold* untuk digunakan sebagai acuan dalam perancangan *mold base*.

8. Penentuan Parameter Proses Injeksi

Ditentukan parameter proses injeksi meliputi tekanan injeksi, kecepatan injeksi, temperatur material plastik, temperatur *mold*.

9. Simulasi Dengan Menggunakan *Autodesk Moldflow Advicer*

Dilakukan simulasi produk dengan memasukan data-data yang telah didapatkan sampai didapakkannya hasil optimum sehingga didapat hasil setingan optimum dari *mold temperature*, *melt temperature plastic*, *injection time*, *maximum injection pressure*, dan *fill time*.

10. Penentuan Parameter Proses Injeksi dengan Menggunakan Bantuan *molding window*.

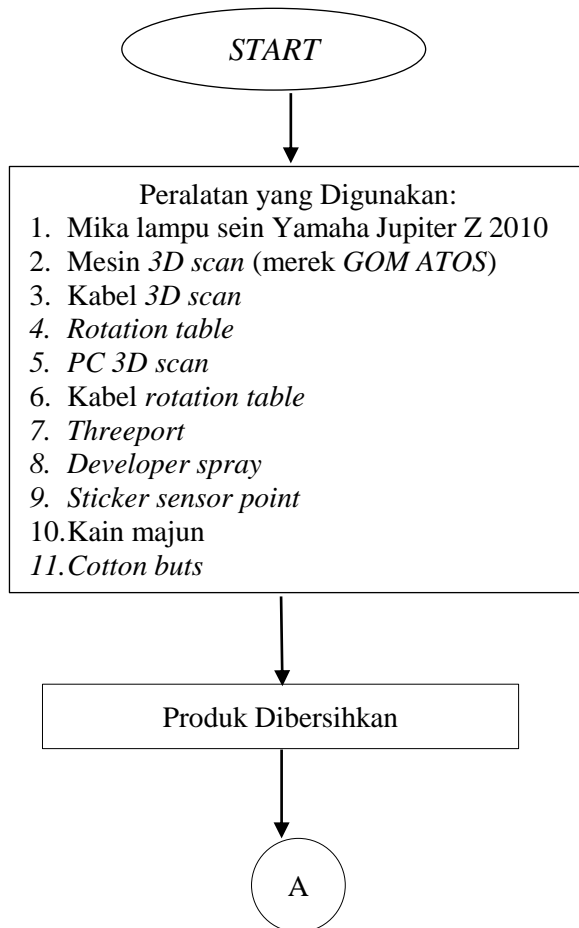
Dilakukan simulasi dari data yang telah didapatkan dengan menggunakan bantuan *molding window*.

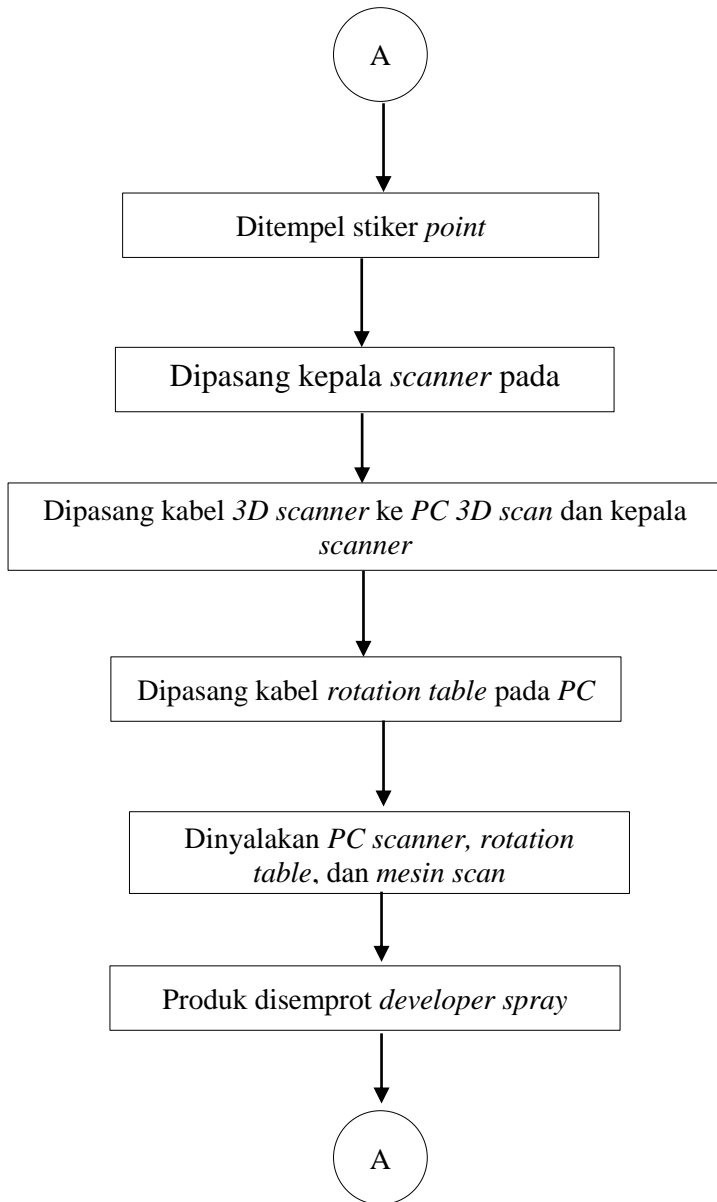
11. Kesimpulan dan Saran

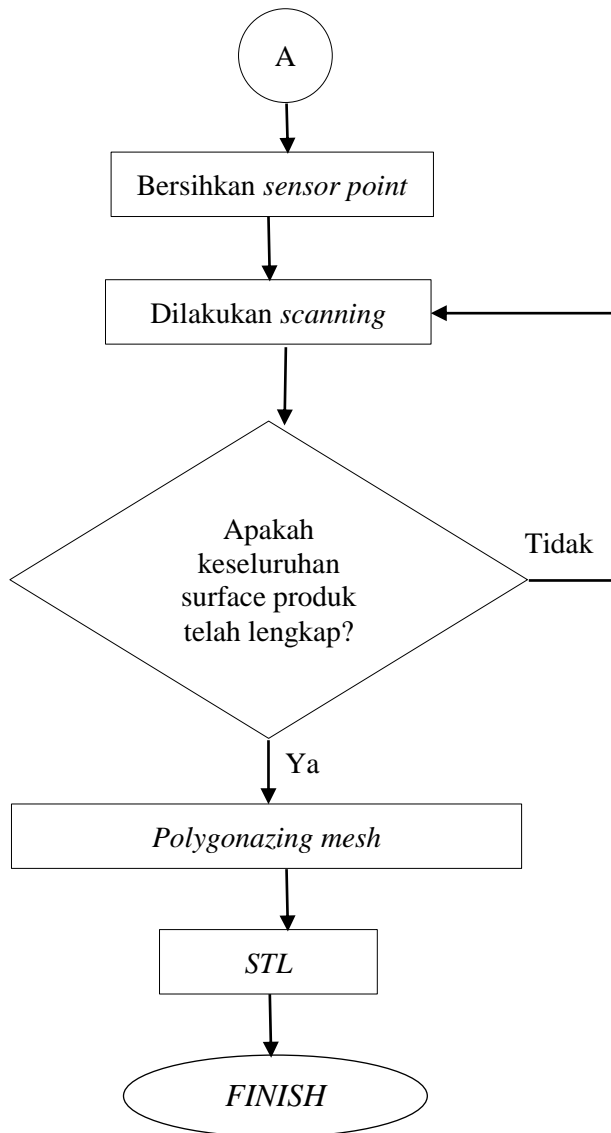
BAB IV PENGAMBILAN DATA

4.1 Diagram Alir Proses *3D Scanning*

Dibawah ini pada gambar 4.1 akan dijelaskan diagram alir dari proses *3D scanning*.







Gambar 4.1 Flowcart proses 3D scanning

4.1.1 Persiapan Produk dan Peralatan *3D Scanning*

Berikut persiapan yang akan dilakukan sebelum melaksanakan proses *3D scanning* yaitu sebagai berikut:

1. Produk *original* mika lampu *sein* depan Yamaha Jupiter Z 2010 (1 buah) (kiri atau kanan).
2. Mesin *3D Scan* merek GOM ATOS (1 buah).
3. Kabel *3D Scan* (1 set).
4. Kabel *Rotation Table* (1 unit).
5. *PC 3D Scan* (1 unit).
6. *Rotation Table* (1 unit).
7. *Threeport* (1 unit).
8. *Developer Spray* (1 buah).
9. *Sticker Sensor Point* (1 roll).
10. Kain Majun (1 buah).
11. *Cotton Buds* (1 buah).

4.1.2 Tahapan Proses *3D Scanning*

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam proses *3D scanning* yaitu:

1. Produk Dibersihkan



Gambar 4.2 Produk Mika lampu *sein* Yamaha Jupiter Z 2010 dibersihkan dari kotoran.

Produk lampu *sein* depan Yamaha Jupiter Z 2010 dibersihkan hingga tidak ada minyak ataupun kotoran yang menempel agar dapat di tempel dengan *Sticker Sensor Point*.

2. Produk ditempel *Sticker Sensor Point*



Gambar 4.3 Proses penempelan *sticker sensor point* pada mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010

Setelah produk lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010 dibersihkan dari segala kotoran tempelkan *Sticker Sensor Point* secara acak dengan pola 3 point.

3. Memasang kepala *scanner* pada *treeport*



Gambar 4.4 Kepala *scanner* dipasangkan pada *treeport*.

Pasangkan kepala *scanner* pada *treeport*, agar kepala *scanner* dapat bergerak untuk mengumpulkan data dengan fleksibel keatas, kebawah, kekanan, ataupun kiri. Kepala scanner dapat juga bergerak secara fleksibel ke segala arah dengan sudut kemiringan 90°.

4. Memasang kabel *3D scanner* ke *PC 3D scan* dan kepala *scanner*



Gambar 4.5 Proses pemasangan kabel *3D scanner*.

Kabel *3D scanner* di pasangkan pada kepala *scanner* dan *PC 3D scanner*. Pemasangan sesuai terminal kabel masing-masing dan harus benar dan rapat jika tidak akan terjadi *error* saat proses scanner berlangsung.\

5. Dipasang kabel *rotation table* pada *PC*



Gambar 4.6 Proses pemasangan kabel *scanning* di *rotation table*.

Kabel *3D scanner* di pasang pada *rotation table* dengan benar dan sesuai prosedur pemasangan mesin *scanning*.

6. Menyalakan *PC scanner*, *rotation table*, dan mesin scan



Gambar 4.7 Proses menyalakan mesin *scanning*.

Nyalakan *PC scanner*, kepala *scanner*, serta *rotation table* sesuai dengan urutannya. Masuk dalam mode pen-scann-an (*New Project*).

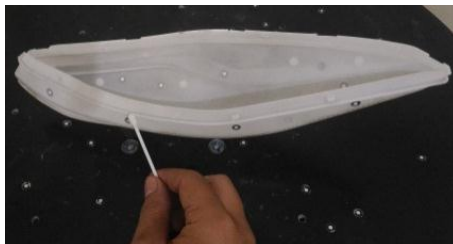
7. Semprot *developer spray* pada produk



Gambar 4.8 Proses penyemprotan *developer spray* keproduk lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010.

Penyemprotan *developer spray* dilakukan sampai seluruh *surface* lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010 tertutup *powder spray* bertujuan agar mesin *scanning* dapat mengambil data dari *project* yang akan di *scan*. (mesin *scanning* tidak dapat mengambil data pada produk tembus pandang ataupun kilap (*glowsy*). Penyemprotan haruslah tipis dan merata agar tidak terjadi *deviation* saat proses *reverse enginnering*.

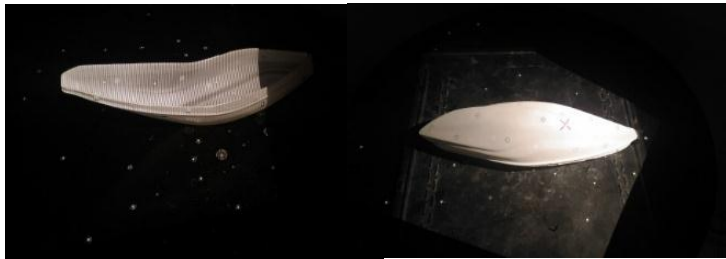
8. Bersihkan *sensor point*



Gambar 4.9 Proses pembersihan *sensor point* dari serbuk *powder*.

Proses pembersihan *sticker sensor point* dilakukan agar mesin scanning dapat membaca koordinat *surface* produk dan lingkungan sekitar yang real. *Sensor poin* akan menjadi pengikat *surface* satu dengan yang lainnya agar saling terhubung dan menjadikan data sesuai dengan produk

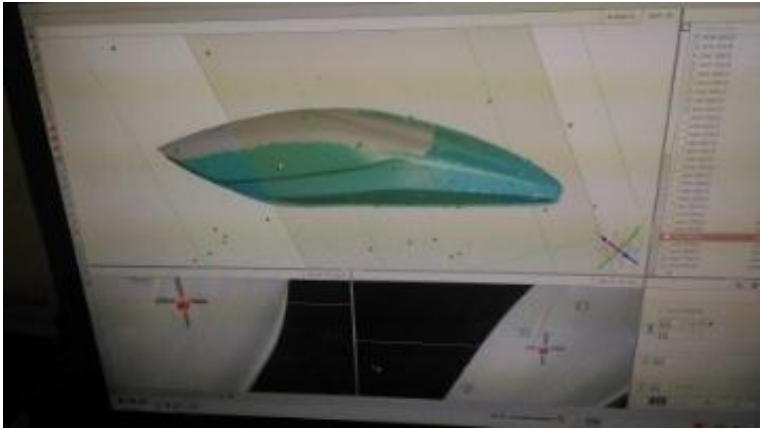
9. Dilakukan *scanning*



Gambar 4.10 Proses *3D scanning* berlangsung mendapatkan data *surface* demi *surface*.

Scanning akan dilakukan bertahap *surface* demi *surface* maka akan didapatkan *variable* sudut dan jarak *relative* permukaan objek. Dengan metode pengambilan data dengan cara berulang-ulang dari sudut dan sisi yang berbeda agar data yang didapatkan lengkap hingga dapat disusun sesuai dengan referensi yang digunakan.

10. *Polygonized Mesh*



Gambar 4.11 Proses *polygonaise mesh*.

Data yang terkumpul dari proses scanning yang berupa titik-titik atau *point cloud*, di *convert* menjadi *objek polygonal 3D* atau *polygonize mesh*.

11. *Stereolithography (STL)*

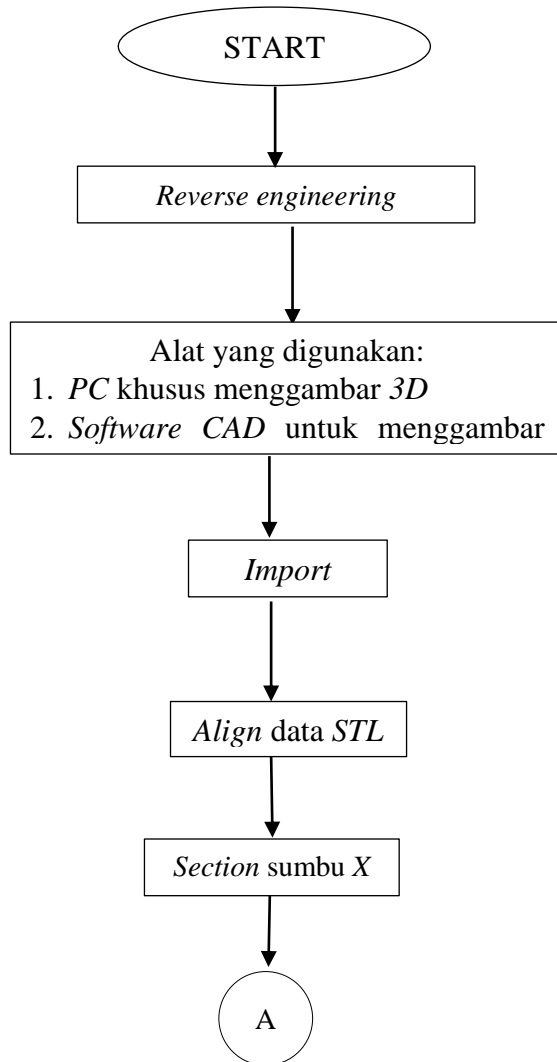


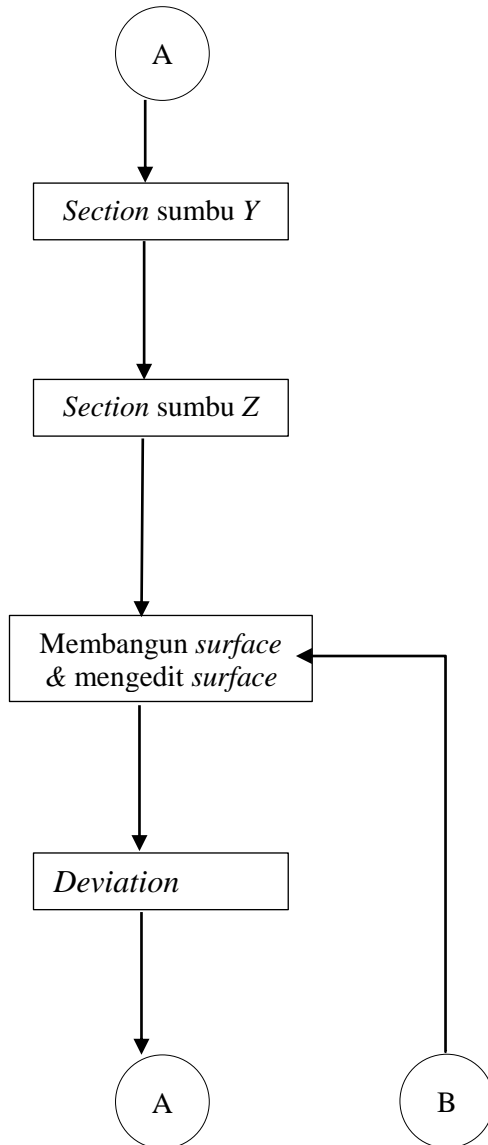
Gambar 4.12 Hasil proses 3D *scanning* dengan *output format STL*

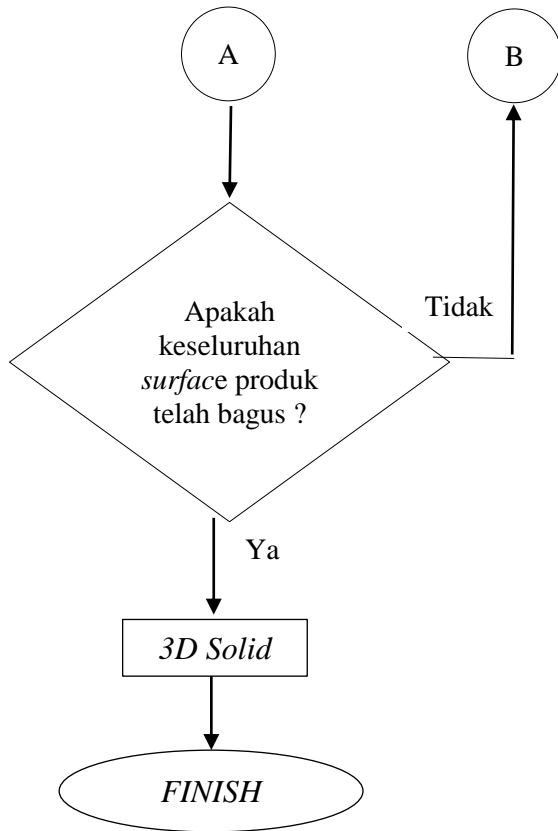
Hasil proses *output* dari *3D scanning* atau biasa juga disebut *STL* selanjutnya akan di gunakan untuk proses *reverse engineering*.

4.2 Diagram Alir Proses *Reverse Engineering*

Berikut di bawah ini pada gambar 4.12 adalah diagram alir proses *reverse engineering*.







Gambar 4.13 *Flowcart proses reverse engineering*

4.2.1 Alat yang Digunakan

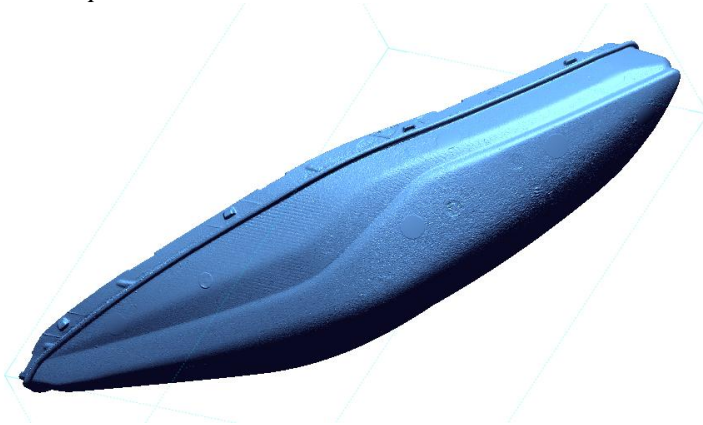
Berikut adalah alat atau persiapan yang akan dilakukan sebelum melakukan *proses reverse engineering* yaitu sebagai berikut:

1. Komputer dengan spesifikasi untuk menggambar 3D (1 unit).
2. *Software CAD* untuk gambar 3D.

4.2.2 Tahapan *Reverse Engineering*

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam proses *reverse engineering*:

1. *Import STL*



Gambar 4.14 Proses *import data STL* di *software 3D CAD*.

Proses akhir *3D Scanning* yang berupa data *stereolithography (STL)* di *import* dalam *software 3D CAD*.

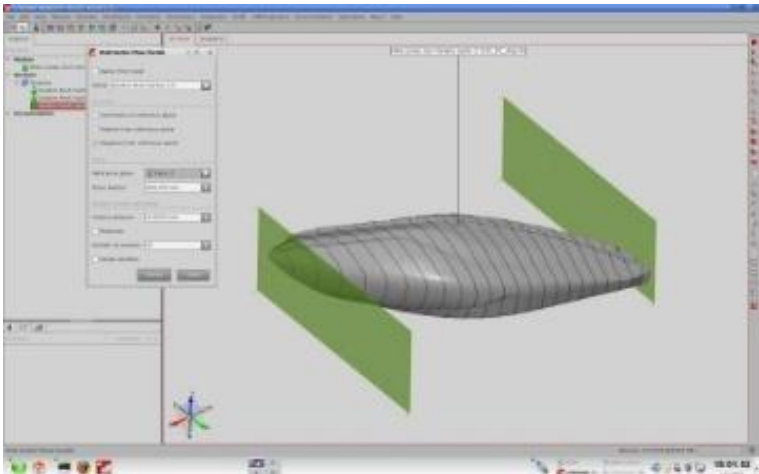
2. *Align data STL*



Gambar 4.15 Proses *align* data *STL*

Align data *STL* sesuai arah bukaan *open mold* lalu lakukan *section* untuk mendapatkan *kontur2D* terhadap 3 sumbu (*X,Y,Z*)

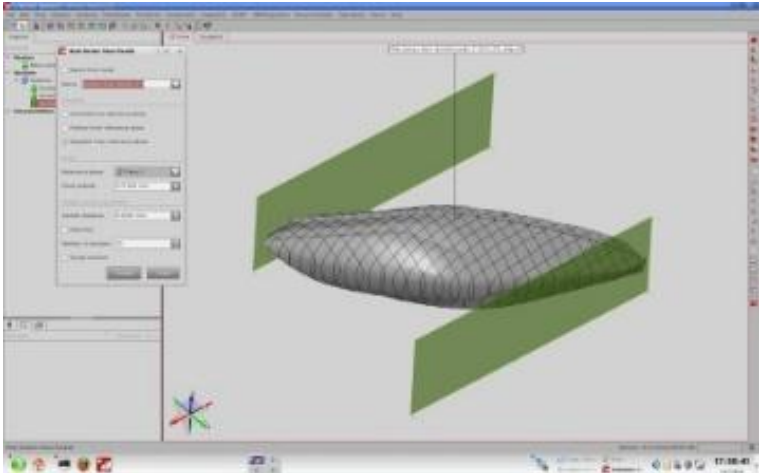
3. *Section* sumbu *X*



Gambar 4.16 Proses *align* data *STL* searah sumbu *Y*.

Data *STL* di *section* untuk mendapatkan kontur 2D pada data *STL* searah sumbu *X*.

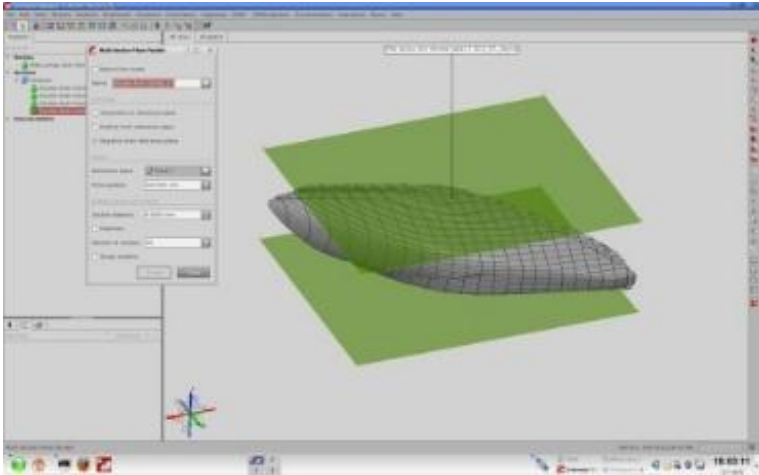
4. *Section* sumbu *Y*



Gambar 4.17 Proses *align* data *STL* searah sumbu *X*.

Data *STL* di *section* untuk mendapatkan kontur 2D pada data *STL* searah sumbu *Y*.

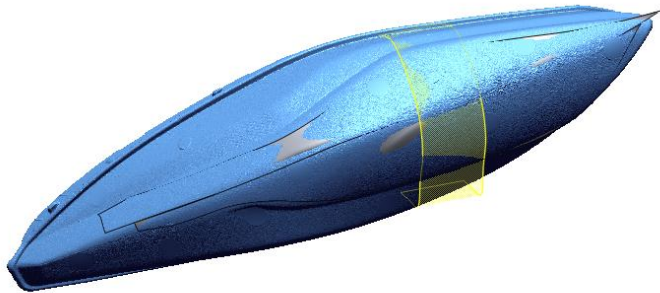
5. *Section* sumbu *Z*



Gambar 4.18 Proses *align* data *STL* searah sumbu Z.

Data *STL* di *section* untuk mendapatkan *kontur2D* pada data *STL* searah sumbu Z.

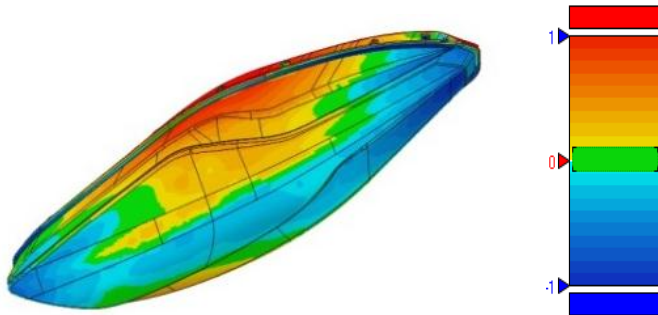
6. Membangun *surface* & mengedit *surface*



Gambar 4.19 Proses membangun dan meng-*edit surface*

Lakukan membangun *surface* dengan cara *boundary surface*, *fill surface*, *loft surface* dsb. Dari hasil *section* tadi.

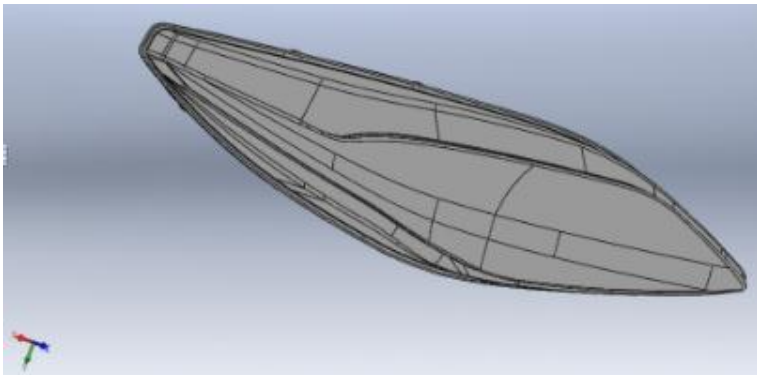
7. *Deviation surface*



Gambar 4.20 Mengecek *deviation surface* pada *STL*.

Cek *deviation surface* terhadap *STL* sampai di dapatkan kontur dan *deviation* yang baik antara produk dengan *STL*.

8. *3D Solid*

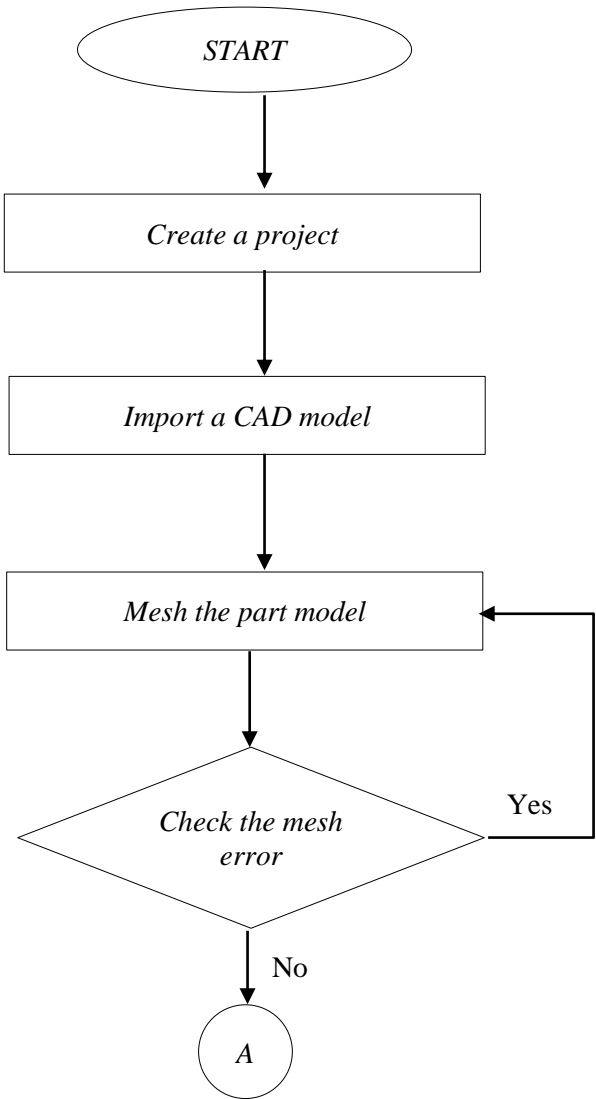


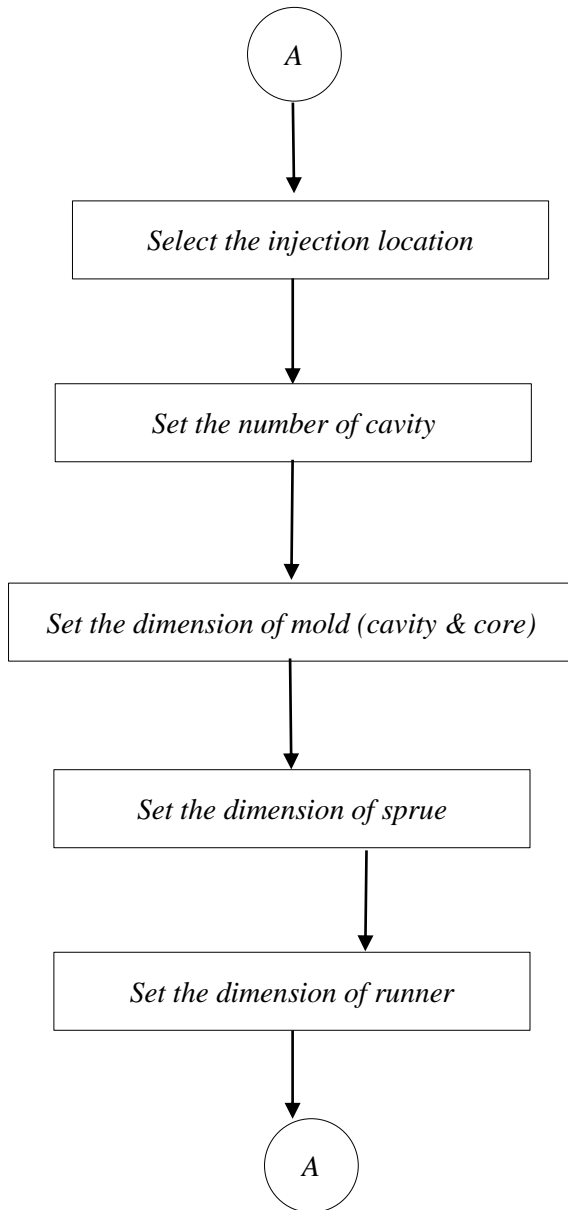
Gambar 4.20 Hasil *3D solid* pada *reverse engineering*

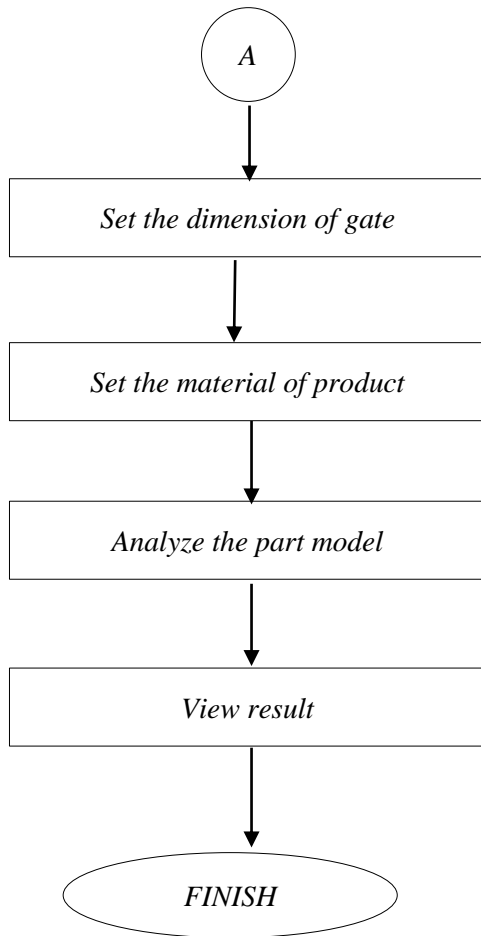
Hasil *3D CAD solid* yang di dapatkan berupa data *3D* di *export* dalam berbagai format. Diantaranya *IGES*, *STEP*, *Parasolid* akan dilakukan ke proses selanjutnya yaitu perencanaan cetakan atau *mold*.

4.3 Diagram Alir Simulasi Proses Injeksi

Berikut di bawah ini pada gambar 4.14 adalah diagram alir simulasi proses injeksi.







Gambar 4.21 Flowcart simulasi proses injeksi

4.3.1 Alat yang Digunakan

Berikut adalah alat yang akan dilakukan dalam mensimulasi cetakan:

1. Komputer dengan spesifikasi untuk mengambar *3D* (1 unit).
2. *Software Autodesk Mold Flow Adviser*

4.3.2 Tahap Simulasi Proses Injeksi

Tahap-tahap yang dilaksanakan pada saat simulasi proses injeksi menggunakan *software autodesk moldflow adviser* adalah sebagai berikut.

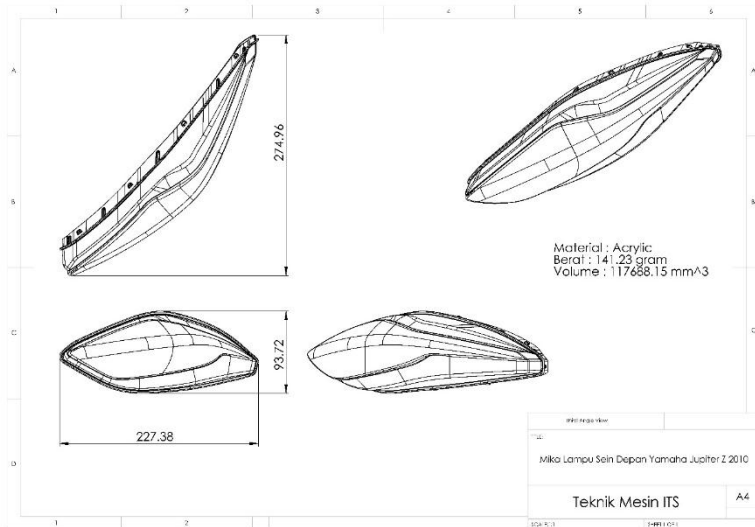
1. *Create a project*
Untuk memulai sebuah *project* pada *software* ini, maka diawali dengan *create a project* menggunakan perintah *new project*
2. *Import a CAD Model*
Melakukan langkah import untuk membuka model produk yang telah dibuat dengan *software* CAD dalam format **.stl*.
3. *Mesh the part model*
Melakukan proses *meshing* pada model yang telah di-*import* sebelumnya
4. *Check the mesh error*
Melakukan evaluasi terhadap kemungkinan terjadinya *error* pada waktu dilakukan *meshing*.
5. *Set injection location*
Menentukan lokasi *gate*, sebagai titik injeksi material *plastic*.
6. *Set the number of cavity*
Menentukan jumlah *cavity* yang akan diberikan.
7. *Set the dimension of mold (cavity & core)*
Menentukan dimensi *cavity* dan *core mold*.
8. *Set the dimension of sprue*

- Menentukan dimensi *sprue* untuk cetakan.
9. *Set the dimension of runner*
Menentukan dimensi *runner* untuk cetakan.
10. *Set the dimension of gate*
Menentukan dimensi *gate* untuk cetakan.
11. *Set the material of product*
Select the material of product dilakukan untuk menentukan material plastik yang akan digunakan pada proses analisa yang akan dilakukan.
12. *Select the molding process*
Pada tahap ini ditentukan jenis proses yang akan dilakukan, yaitu *thermoplastiks injection molding* dan menentukan rangkaian analisis yang disebut *analysis sequence*.
13. *Analyze the part model*
Analyze the part model merupakan perintah untuk menjalankan analisa terhadap model yang dirancang.
14. *View the result*
View result dilakukan untuk mengetahui hasil dari analisa yang telah dijalankan.

BAB V PERENCANAAN CETAKAN

5.1 Gambar Teknik Produk

Setelah dilakukan proses *3D scanning* dan *reverse engineering* maka akan didapatkan data *3D CAD solid* yang mana terlihat pada gambar 5.1



Gambar 5.1 Gambar *Detail Drawing 2D* produk

Dari hasil *3D scanning* dan proses *reverse engineering* didapat geometri produk sebagai berikut:

1. Dimensi : (274,96 X 227,38 X 93,72)mm
2. Volume : 17668,15 mm³
3. Luas Proyeksi Produk: 14795,83 mm²

5.2. Data Sheet Material Plastik

Material yang digunakan untuk produk adalah *Sumipex Acrylic Molding Resin* dari *PT. Sumitomo Chemical Singapore* untuk tipe/jenis material MH.

Table 5.1 *Grade dan Properties Material*

Grades		Characteristics	Typical Applications
High Flow Grade	LG2	<ul style="list-style-type: none"> High-flow injection-molding grade Good moldability 	<ul style="list-style-type: none"> Recommended for intricate parts and thin-wall parts molding such as watch and clock cover, lighting cover, name plate, house ware, etc.
General Purpose Grade	LG	<ul style="list-style-type: none"> Injection molding grade Good flowability Well balance of properties such as heat resistant and mechanical strength 	<ul style="list-style-type: none"> Suitable for wide range of products such as house ware, stationary, telephone buttons, piano keys, electrical accessories and ornaments, etc.
Heat Resistant Grade	MH	<ul style="list-style-type: none"> Injection and extrusion molding grade Excellent heat resistance Excellent surface hardness and mechanical strength 	<ul style="list-style-type: none"> Automotive parts such as tail lamp, instrument cluster, etc Optical lens Extruded sheet/ pipe/ rod General lighting fixtures
Extrusion Grade	EX	<ul style="list-style-type: none"> Good extrusion molding characteristics Excellent chemical resistance 	<ul style="list-style-type: none"> Extruded sheet/ pipe/ rod
Optical Grade*	MGSS	<ul style="list-style-type: none"> Combines excellent heat resistance and flow characteristics 	<ul style="list-style-type: none"> Light Guide Panel / Optical lenses
Impact Resistant Grade*	HT20Y HT50Y HT03Y	<ul style="list-style-type: none"> High flow 	<ul style="list-style-type: none"> Extruded sheet/ pipe/ rod Construction materials Automotive parts Industrial applications
	HT25X HT55X HT01X	<ul style="list-style-type: none"> Good heat resistance 	

Dari tabel 5.1 dijelaskan bahwa karakteristik jenis material MH memiliki predikat yang cocok untuk penggunaan material injeksi produk mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010 karna disamping karakteristiknya yang mampu diproses pada proses *injection molding*, baik dalam menghantarkan panas, dan sempurna pada kondisi permukaan *mold* yang keras serta secara aplikasi

memang digunakan untuk lensa lampu sein pada bidang otomotif industri.

Tabel 5.2 Tipe Kondisi Pada *Injection Molding*

Grade		LG/LG2	MH	MGSS	HT55X/HT01X
Pre-drying Conditions	Temp. °C	70 - 80	80 - 90	80 - 85	80 - 85
	Time hr	4 - 6	4 - 6	4 - 6	4 - 6
Barrel Temp.	Front °C	225 - 245	240 - 260	220 - 235	240 - 260
	Middle °C	220 - 240	230 - 260	215 - 225	230 - 245
	Back °C	210 - 220	220	210	220
Mold Temp.	°C	60 - 85			
Injection Pressure	MPa	140 - 160			
Hold Pressure	MPa	20 - 100	20 - 80		
Back Pressure	gage MPa	1.1 - 1.4	0.9 - 1.4		
Screw Speed	rpm	30 - 70	40 - 60		
Cooling Time	sec.	20 - 60			

Ringkasan data material yaitu:

- Jenis Material : *Acrlic Resin Tipe MH*
- *Density* : 1.19 gram/cm³
- Titik Lebur : 240° C
- Berat Produk : 141.23 gram
- *Bareel Temp.* : *Front* (240-260)° C
Middle (230-260)° C
Back (220)° C
- *Mold Temp.* : (60-85)° C
- *Injection Pressure* : (140-160) MPa
- *Hold Pressure* : (20-80-) MPa
- *Back Pressure* : (0.9-1.4) gage MPa
- *Screw Speed* : (40-60) rpm
- *Cooling Time* : (20-60) second

5.3. Data Mesin Injeksi Yang Digunakan

Mesin *Injection Molding* yang akan digunakan adalah HC-Series *Toggle Type Plastics Injection Molding Machine* milik HWA CHIN MACHINERY FACTORY CO., LTD.

Spesifikasi Mesin *Injection Molding*

- Merk : Hwa Chin
- Model : HC-Series 300
- Tipe : S

Tabel 5.3 Spesifikasi Mesin Injeksi

		HC-300			
SYSTEM	ITEMS	CLAMPING FORCE	300		
INJECTION SYSTEM	SCREW DIAMETER	unit	S	M	L
		mm	55	60	65
	INJECTION PRESSURE	kg/cm ²	1629	1360	1160
	INJECTION PRESSURE(FOUR)	kg/cm ²	2117	1768	1508
	THEORETICAL SHOT VOLUME	cm ³	617	734	861
	SHOT WEIGHT(PS)	g	555	660	775
		oz	19.5	23.2	27.3
	INJECTION RATE	cm ³ /sec	345	410	481
	INJECTION RATE(FOUR)	cm ³ /sec	265.3	315.3	370
	PLASTICIZING CAPACITY	kg/hr	96	122	143
CLAMPING SYSTEM	SCREW REVOLVING SPEED	rpm	0-201		
	CLAMPING STROKE	mm	630		
	SPACE BETWEEN TIE BARS(HXV)	mm	610 x 600		
	MOLD PLATEN DIMENSIONS(HXV)	mm	880 x 880		
	RANGE OF MOLD HEIGHT	mm	160-650		
ELECTRICAL SYSTEM	HYDRAULIC EJECTOR STROKE	mm	180		
	PUMP MOTOR	hp	50		
	HEATER CAPACITY(220V)	kw	12.5	18.5	18.5
	ALLOWABLE MAXIMUM PUMP PRESSURE	kg/cm ²	140		
MECHANICAL DIMENSIONS	MACHINE SIZE	M	6.1 x 1.6 x 2.0		
	NET WEIGHT	ton	10.5		
	PACKING DIMENSION	M	6.3 x 1.8 x 2.2		
	SHIPPING WEIGHT	ton	12		
	PACKING DIMENSION(INJECTION UNIT)	M			
	SHIPPING WEIGHT	ton			
	PACKING DIMENSION(CLAMPING UNIT)	M			
	SHIPPING WEIGHT	ton			

Dari tabel 5.3 dapat disimpulkan data mesin yang akan dipakai sebagai berikut:

- *Clamping Force* : 300 ton
- *Injection Pressure* : 1360 kg/cm²

- *Injection Rate* : 315.3 cm³/sec
- *Space Between Tie Bar* : (610 X 600)mm
- *Clamping Stroke* : 630 mm
- *Theorical Shot Volume* : 617 cm³

5.4 Perancangan Rongga Cetakan

5.4.1 Perhitungan *Number of Cavity* (NoC₂)

- Volume Produk (V_p) = 117688,15 mm³
= 117,68 cm³
- Volume *Runner* (V_r) = 5% x V_p
= 5% x 117,68 mm³
= 5,88 cm³
- Luas Proyeksi Produk (A_p) = 14795,83 mm²
= 147,95 cm²
- Luas Proyeksi *Runner* (A_r) = 5% x A_p
= 5% x 14795,83 mm²
= 739,79 mm²
= 7,39 cm²
- NoC₂ = $\frac{Sv}{Vr+Vp}$
= $\frac{617 \text{ cm}^3}{5,88 \text{ cm}^3 + 117,68 \text{ cm}^3}$
= 4,99 ≈ 5 Cavity

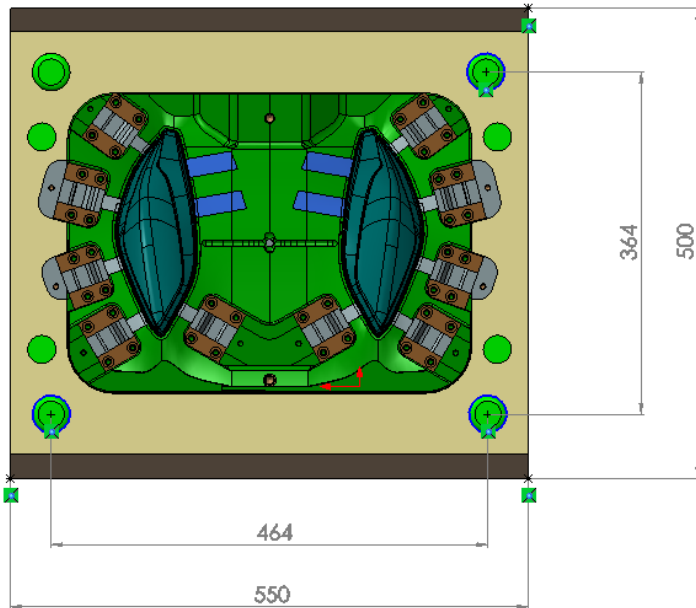
Dimana :

- S_v : *Shot Size* (cm³)

5.4.2 Layout *Cavity*

Berdasarkan perhitungan NoC₂, didapatkan jumlah total cavity = 4 buah. Tetapi jumlah tersebut tidak bisa direalisasikan

mengingat jarak antar produk satu dengan yang lainnya tidak boleh terlalu dekat (asumsi 2 cm) serta ukuran ruang yang tersedia pada mesin injeksi yaitu (600x600) mm (*space between tie bar*). Oleh karena itu dilakukan perancangan ulang dengan menggunakan bantuan *software CAD* sehingga didapat jumlah cavity yang ideal yaitu 2 buah (1 pasang) dengan layout sebagai berikut:



Gambar 5.2 *Layout cavity*

5.4.3 Perhitungan Clamping Force

- Tekanan injeksi (Pac)
Tebal dinding dari produk adalah 2,5 mm. Maka berdasarkan tabel 4.5 dapat diperoleh nilai factor tebal dinding $f_s = 2 \text{ kg/cm}^3$

Tabel 5.4 Harga Faktor Tebal Dinding [20]

S (mm)	Fs(kg/cm ³)	S (mm)	fs(kg/cm ³)
0,5	100	1,3	18
0,6	70	1,4	15
0,7	57	1,5	13
0,8	45	1,6	11
0,9	35	1,7	10
1,0	30	1,8	9
1,1	26	1,9	8
1,2	21	2,0	7

- Tekanan injeksi (Pac) = $f_s \times F_p$
= $2 \text{ kg/cm}^3 \times 14,2 \text{ cm}$
= $28,4 \text{ kg/cm}^2$

Dimana :

- F_p : panjang aliran terjauh dari gate (cm)
- F_s : factor tebal dinding (kg/cm³)
- Clamping Force (Fac) = $Pac \times A_p \times NoC_2$
= $28,4 \text{ kg/cm}^2 \times 147,95 \text{ cm}^2 \times 2$
= $8403,56 \text{ kg}$

Clamp Tonnage (Fcm) = 300000 kg (dari tabel 1 spesifikasi mesin injeksi). Dari perhitungan di atas dapat dilihat bahwa nilai Fac = 8403,56 kg dan nilai Fcm = 300000 kg, sehingga kriteria Clamping Force < Fcm terpenuhi.

5.5.4 Perhitungan Waktu Siklus

- Waktu siklus dirumuskan sebagai berikut:

$$t_{siklus} = t_b + t_i + t_c$$

- Waktu gerak cetakan (t_b) = $t_{bb} + t_{bt}$

$$= \frac{L}{V_{bb}} + \frac{L}{V_{bt}}$$

$$= \frac{(161,9)mm}{100 \text{ mm/s}} + \frac{(161,9)mm}{100 \text{ mm/s}}$$

$$= 3,23 \text{ s}$$

Dimana :

- t_{bb} : waktu gerak cetakan saat membuka
- t_{bt} : waktu gerak cetakan saat menutup

- Waktu penginjeksian (t_i) = $t_i^* + t_h$

$$= \frac{V_p}{0,8 \cdot Q_{mesin}} + 10$$

$$= \frac{117,68 \times \frac{1}{1000000} m^3}{0,8 \cdot 0,000098 m^3/s} + 10$$

$$= 1,50 \text{ s}$$

Dimana :

- t_i^* : waktu injeksi sebenarnya
- t_h : holding time (asumsi holding time 5-10 detik)

- Massa injeksi = $(V_p + V_r) \cdot \rho_{produk} \cdot NoC$

$$= (117,68 \text{ cm}^3 + 5,88 \text{ cm}^3) \times 1,19 \text{ gr/cm}^3 \times 2$$

$$= 294,07 \text{ gr}$$

- $Q_{mesin} = 98 \text{ g/s}$

- $t_i = t_i^* + t_h$

$$= \frac{\text{massa injeksi}}{0,8 \cdot Q_{mesin}} + 10$$

$$= \frac{294,07 \text{ gr}}{0,8 \cdot 98 \frac{\text{gr}}{\text{s}}} + 10$$

$$= 3,75 + 10$$

$$= 13,75 \text{ s}$$

- Waktu pengeluaran Produk (t_c) = $t_l + t_k + t_j$

- Waktu gerak ejector mendorong (t_i)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{L}{V_{bb}} \\
 &= \frac{100\text{mm}}{200\text{mm/s}} \\
 &= 0,2 \text{ s}
 \end{aligned}$$
- a. Waktu gerak ejector kembali (t_i)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{L}{V_{bb}} \\
 &= \frac{100\text{mm}}{200\text{mm/s}} \\
 &= 0,2 \text{ s}
 \end{aligned}$$
- b. Waktu produk jatuh dari mesin (t_i)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{h}{v} \\
 \text{Dimana } V &= \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \\
 &= \sqrt{2 \cdot \frac{9,8\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1\text{m}} \\
 &= 4,43 \text{ m/s} \\
 (t_j) &= \frac{1 \text{ m}}{4,43 \text{ m/s}} \\
 &= 0,23 \text{ detik}
 \end{aligned}$$
- c. Maka (t_e) = $t_i + t_k + t_j$

$$\begin{aligned}
 &= 0,2 + 0,2 + 0,23 \\
 &= 0,63 \text{ s}
 \end{aligned}$$
- d. Waktu pendinginan $t_c = \frac{S_{max}^2}{3,14^2 \times \lambda_p} \ln\left(\frac{8}{3,14^2} \times \frac{T_m - T_w}{T_e - T_w}\right)$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(2 \text{ mm})^2}{3,14^2 \cdot 0,096 \text{ mm}^2/\text{s}} \ln\left(\frac{8}{3,14^2} \times \frac{-40}{60-40}\right) \\
 &= 7,02 \text{ s}
 \end{aligned}$$
- e. Maka waktu siklus (t_s) = $t_b + t_i + t_e + t_c$

$$\begin{aligned}
 &= 3,23 + 13,75 + 0,63 + 7,02 \\
 &= 24,63 \text{ s}
 \end{aligned}$$

5.5.5 Perhitungan Panjang Saluran Pendingin

Perancangan sistem pendinginan dengan asumsi:

- Dimensi Sprue : $\varnothing 8 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$
- Temperatur Melting : 240°C
- Temperatur Udara luar : 25°C
- Temperatur air masuk cetakan : 25°C
- Temperatur air keluar cetakan : 60°C
- Kebutuhan air pendinginan : $0,1 \text{ m}^3/\text{h} = 3,78 \text{ m}^3/\text{sekon}$

- Jumlah kalor yang dibuang (Q)

$$\begin{aligned} Q &= G \cdot c_p(T_{\max} - T_{\min}) \cdot (3600/\text{Tsiklus}) \cdot \text{NoC} \\ &= 0,0048 \text{ kg} \cdot 0,2 \text{ kcal/kg.K} \cdot (240^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}) \cdot \\ &\quad (3600/14,37\text{s}) \cdot 8 \\ &= 327,08 \text{ kcal/jam} \end{aligned}$$

- $G = \rho \cdot V_{\text{total}}$

$$\begin{aligned} &= 1,04 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \cdot 4,70121 \text{ cm}^3 \\ &= 4,8892 \text{ gr} \\ &= 0,0048 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Jumlah kalor yang terbangun secara alami (Q_1)

$$\begin{aligned} Q_1 &= \alpha_1 \cdot F (T_{2m} - T_0) \\ &= 20 \text{ W/m}^2\text{K} \cdot 0,475 \text{ m}^2 (40^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}) \\ &= 204,6 \text{ Joule/s} \\ &= 176 \text{ kcal/jam} \end{aligned}$$

- Jumlah kalor yang harus dibuang melalui pendingin (Q_{cooler})

$$\begin{aligned} Q_{\text{cooler}} &= Q - Q_1 \\ &= 327,08 \text{ kcal/jam} - 176 \text{ kcal/jam} \\ &= 151,08 \text{ kcal/jam} \\ &= 175,70 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{cooler11}} &= Q_{\text{cooler}}/(1+2) \\ &= 175,7 \text{ W}/3 \\ &= 58,33 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{cooler21}} &= 2 \cdot Q_{\text{cooler}} / (1+2) \\
 &= 2.175,7 \text{ W/3} \\
 &= 116,66 \text{ W}
 \end{aligned}$$

j. Laju alir cairan pendingin (V)

$$\begin{aligned}
 V &= 5386,75 \text{ m/jam} \\
 &= 0,5 \text{ m/s (asumsi)}
 \end{aligned}$$

k. Debit air

$$\begin{aligned}
 &= v \cdot 3,14/4 \cdot d^2 \\
 &= 5386,75 \text{ m/jam} \cdot 3,14/4 \cdot (0,01\text{m})^2 \\
 &= 0,423 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 423 \text{ liter/jam}
 \end{aligned}$$

l. Bilangan Reynold (Re)

$$\begin{aligned}
 \text{Re} &= \frac{v \cdot D}{\mu} \\
 &= \frac{0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,025 \text{ m}}{1,55 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}} \\
 &= 3871 \text{ (turbulen)}
 \end{aligned}$$

m. Nusselt Number (Nu)

$$\begin{aligned}
 \text{Nu} &= 0,023 (\text{Re})^{4/5} (\text{Pr})^{1/3} \\
 &= 0,023 (3871)^{4/5} (0,7)^{1/3} \\
 &= 15,15
 \end{aligned}$$

n. Panjang saluran pendingin (L)

$$\begin{aligned}
 L_1 &= \frac{Q_{\text{cooler11}}}{\text{Nu} \cdot k \cdot 3,14 \cdot (T_o - T_i)} \\
 &= \frac{58,33 \text{ W}}{15,15 \cdot 0,613 \frac{\text{W}}{\text{mK}} \cdot 3,14 \cdot (40 - 30)} \\
 &= 0,2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$L_2 = \frac{Q_{\text{cooler21}}}{\text{Nu} \cdot k \cdot 3,14 \cdot (T_o - T_i)}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{116,66 \text{ W}}{15,15 \cdot 0,613 \frac{\text{W}}{\text{mK}} \cdot 3,14 \cdot (40-30)} \\
 &= 0,4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L &= L_1 + L_2 \\
 &= 0,2 + 0,4 \\
 &= 0,6 \text{ m}
 \end{aligned}$$

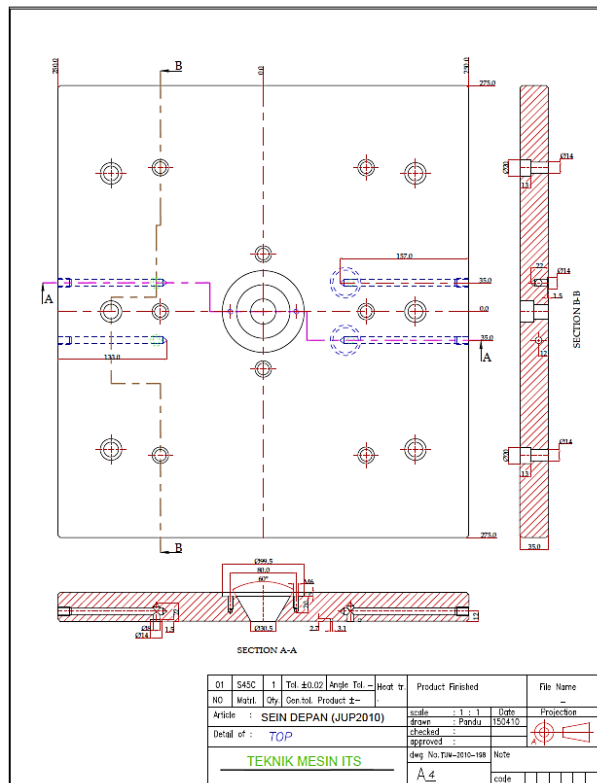
5.6 Perancangan *Mold*

Berikut akan dijabarkan tentang perancangan dari masing-masing komponen *mold* mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010

5.6.1 Perancangan *Top Plate*

Berikut hasil perancangan *Top Plate* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Dari hasil akhir didapat:

- Dimensi : (550X500X35) mm
- Material : ASSAB 760
- Qty : 1 buah

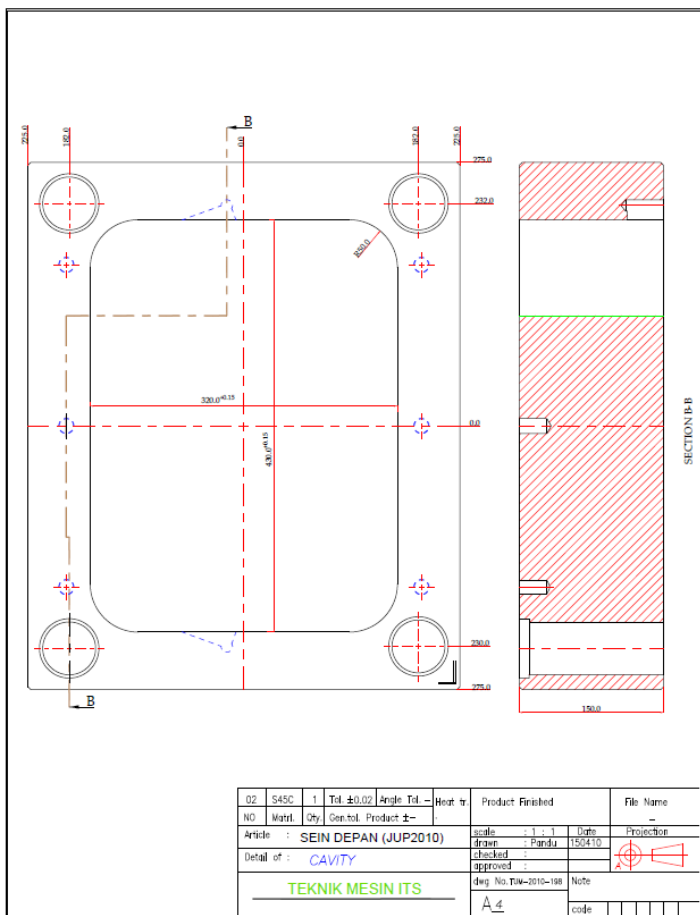


Gambar 5.3 Detail drawing *Top Plate*

5.6.2 Perancangan *Cavity Plate*

Berikut hasil perancangan *Cavity Plate* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Dari hasil akhir didapat:

- Dimensi : (550X450X150) mm
- Material : ASSAB 760
- Qty : 1 buah

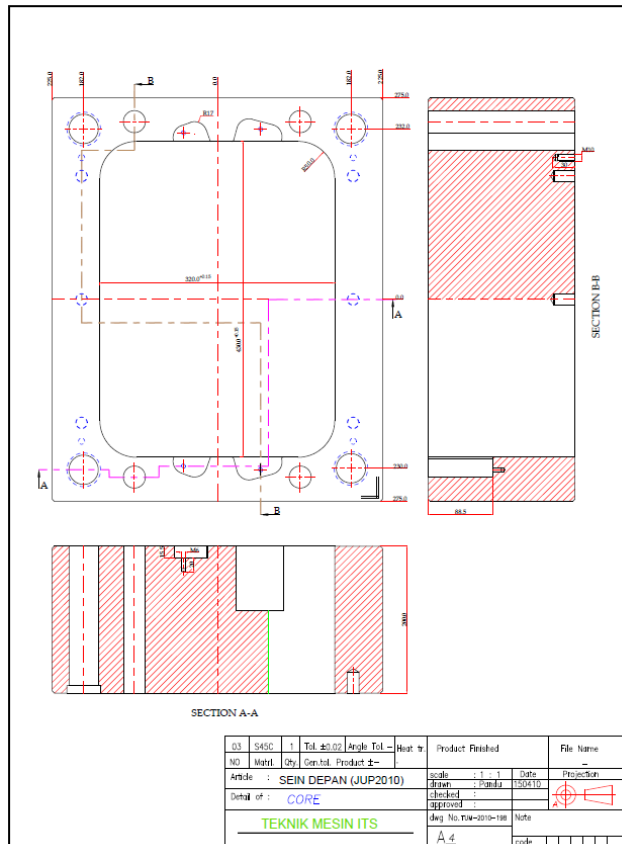


Gambar 5.4 Detail drawing *Cavity Plate*

5.6.3 Perancangan *Core Plate*

Berikut hasil perancangan *Core Plate* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Dari hasil akhir didapat:

- Dimensi : (550X450X200) mm
- Material : ASSAB 760
- Qty : 1 buah

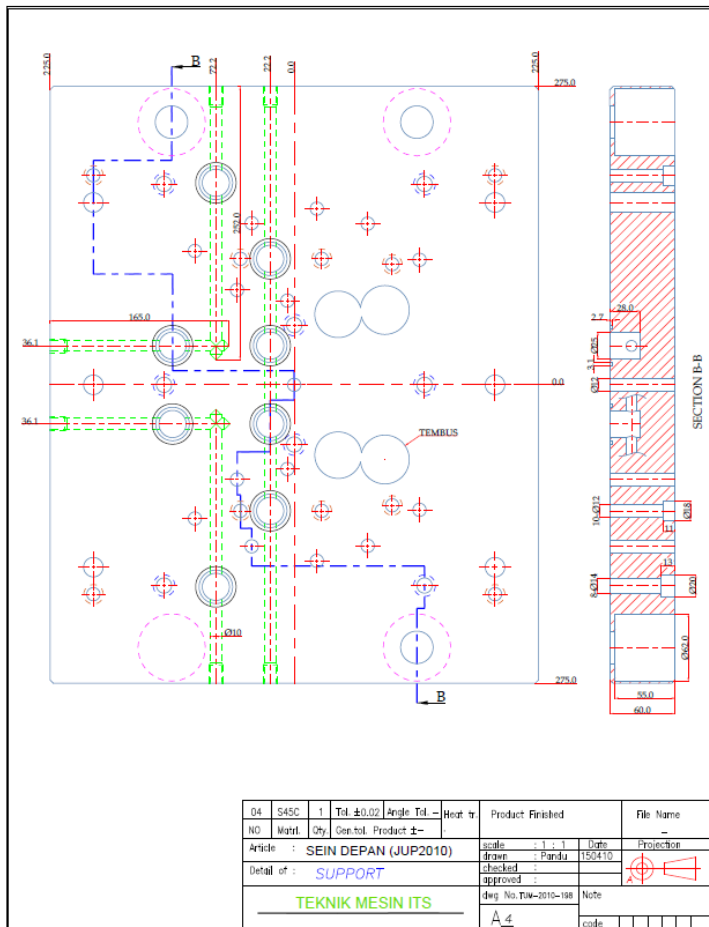


Gambar 5.5 Detail drawing *Core Plate*

5.6.4 Perancangan *Support Plate*

Berikut hasil perancangan *Support Plate* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Dari hasil akhir didapat:

- Dimensi : (550X450X60) mm
- Material : ASSAB 760
- Qty : 1 buah

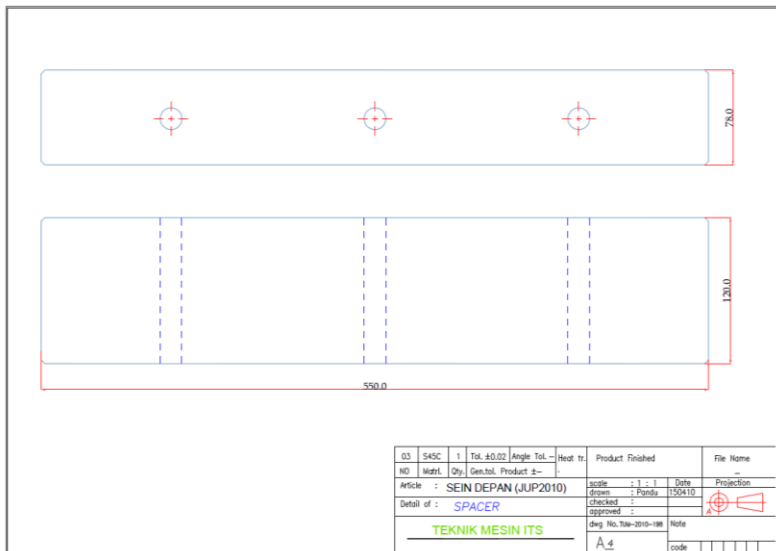


Gambar 5.6 Detail drawing *Support Plate*

5.6.5 Perancangan *Spacer Plate*

Berikut hasil perancangan *Spacer Plate* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Dari hasil akhir didapat:

- Dimensi : (550X78X120) mm
- Material : ASSAB 760
- Qty : 2 buah

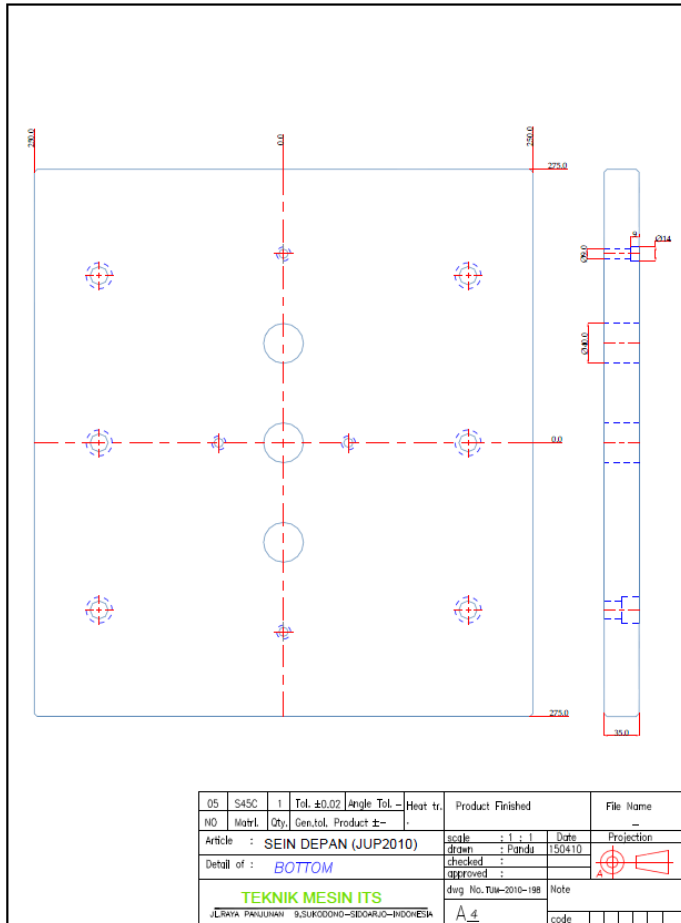


Gambar 5.7 Detail drawing *Spacer Plate*

5.6.6 Perancangan *Bottom Plate*

Berikut hasil perancangan *Bottom Plate* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Dari hasil akhir didapat:

- Dimensi : (550X500X35) mm
- Material : ASSAB 760
- Qty : 1 buah

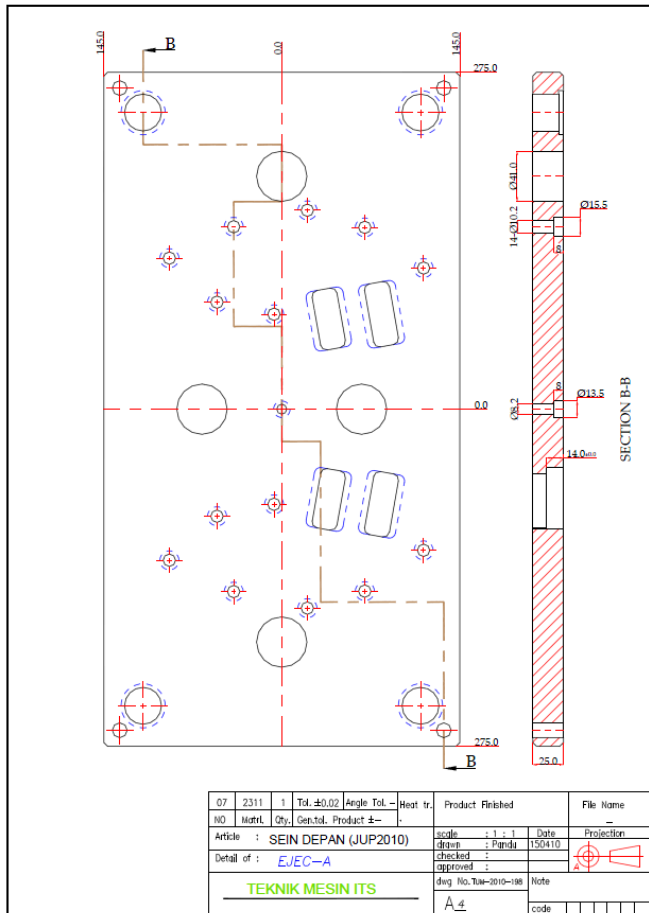


Gambar 5.8 Detail drawing *Bottom Plate*

5.6.7 Perancangan *Ejector Plate A*

Berikut hasil perancangan *Ejector Plate A* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Dari hasil akhir didapat:

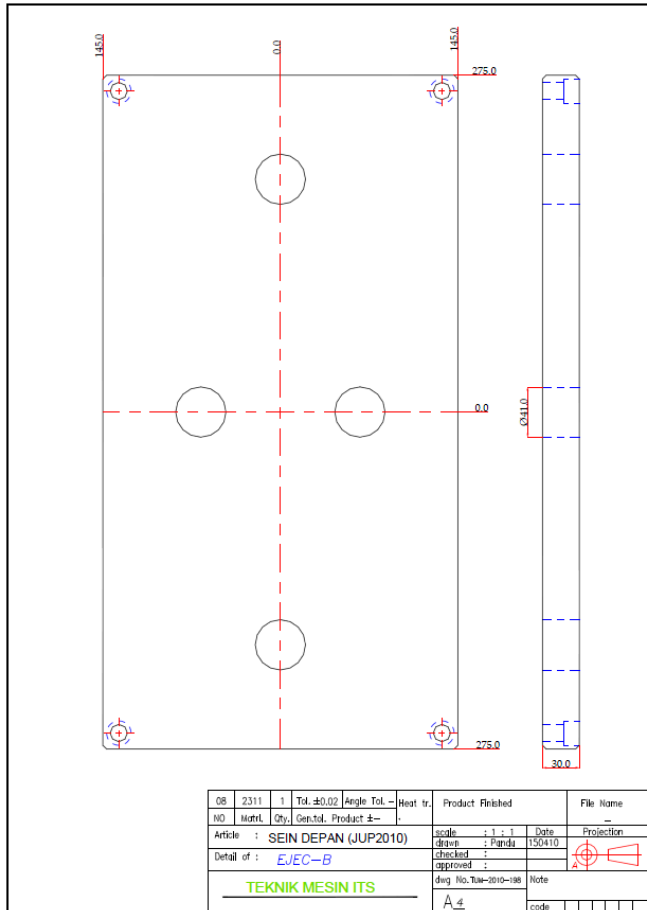
- Dimensi : (550X290X25) mm
- Material : ASSAB 760
- Qty : 1 buah



Gambar 5.9 Detail drawing *Ejector Plate A*
5.6.8 Perancangan *Ejector Plate B*

Berikut hasil perancangan *Ejector Plate B* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Dari hasil akhir didapat:

- Dimensi : (550X290X30) mm
- Material : ASSAB 760
- Qty : 1 buah

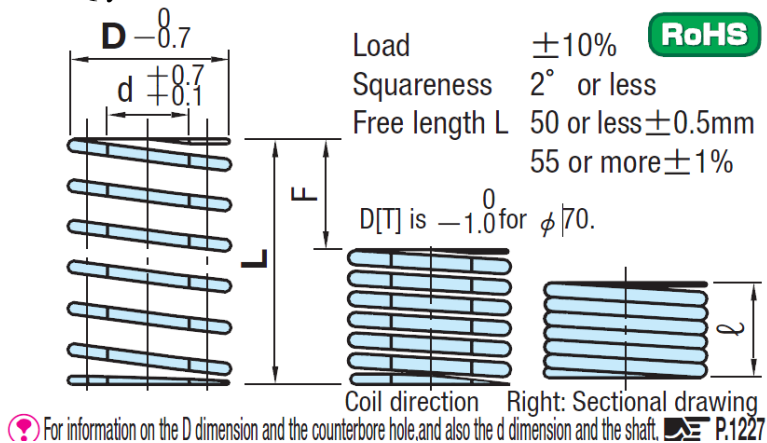


Gambar 5.10 Detail drawing *Ejector Plate B*

5.6.9 Perancangan *Spring* (Biru) A

Untuk perencanaan pegas tipe A yang digunakan adalah tipe pegas *Light Load* dengan keterangan:

- Dimensi : $D = 60 \text{ mm}$; $L = 125 \text{ mm}$ (tabel pegas dapat dilihat pada lampiran 17)
- Material : SWOSC-V (Steel Wire Oil Tamper Silicon for Valve)
- Qty : 4 buah



Gambar 5.11 Detail drawing *Spring* (Biru) A & B [22]

5.6.10 Perancangan *Spring* (Biru) B

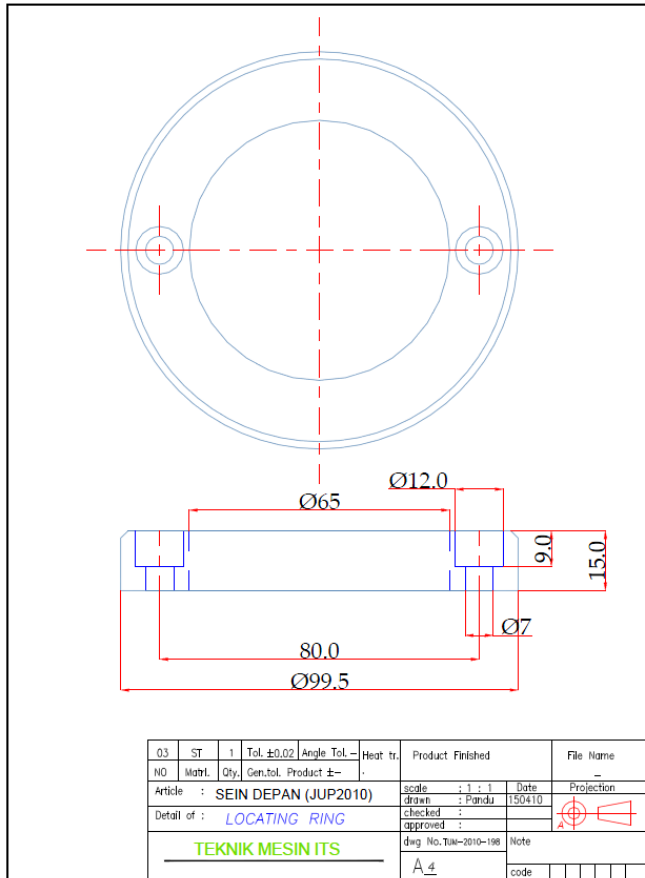
Dan untuk Untuk perencanaan pegas tipe B sama yang digunakan adalah tipe pegas *Light Load* dengan ukuran lebih kecil yaitu:

- Dimensi : $D = 8 \text{ mm}$; $L = 15 \text{ mm}$ (tabel pegas dapat dilihat pada lampiran 18)
- Material : SWOSC-V (Steel Wire Oil Tamper Silicon for Valve)
- Qty : 10 buah

5.6.11 Perancangan *Locating Ring*

Berikut hasil perancangan *Locating Ring* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Dari hasil akhir didapat:

- Dimensi : ($\text{Ø}99.5 \times 15$) mm
- Material : ST. 37
- Qty : 1 buah

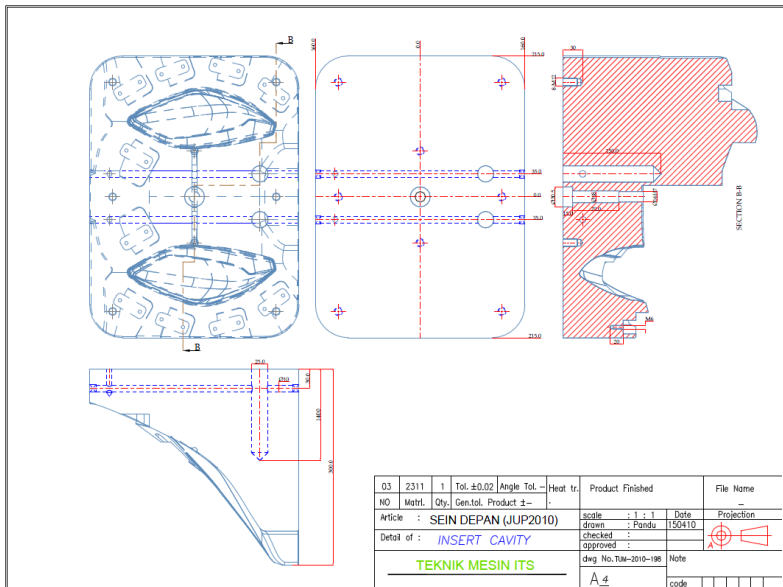


Gambar 5.12 Detail drawing *Locating Ring*

5.6.12 Perancangan *Insert Cavity*

Berikut hasil perancangan *Insert Cavity* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Dari hasil akhir didapat:

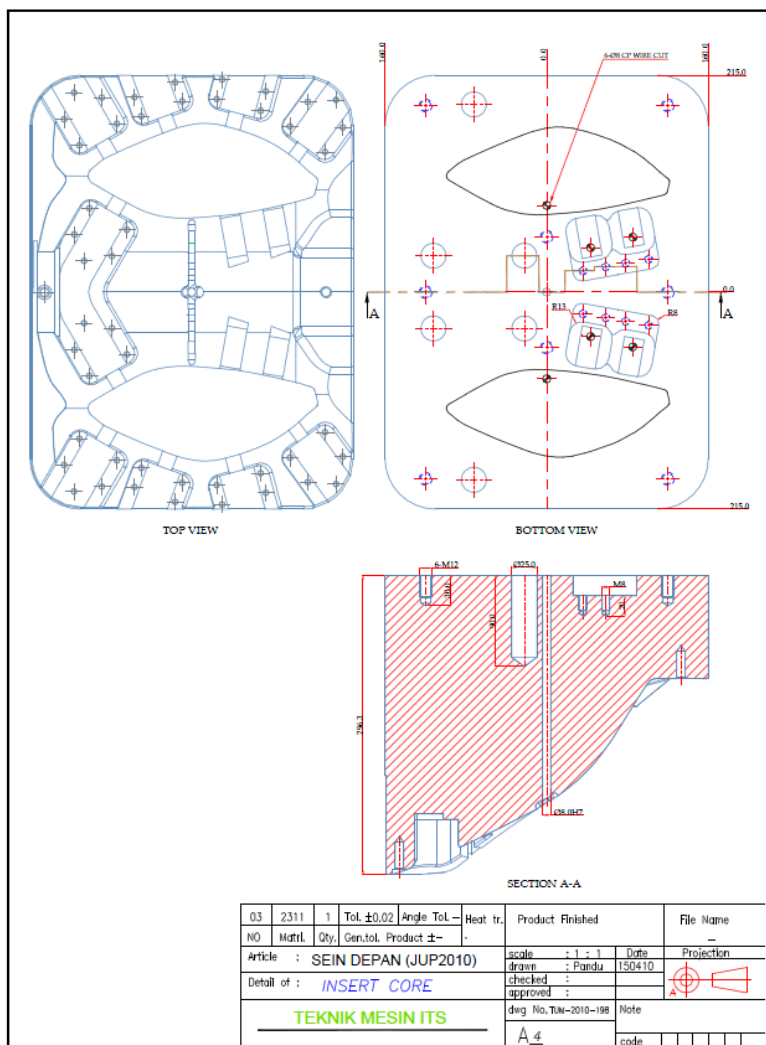
- a. Dimensi : (430X320X300) mm
- b. Material : ASSAB 2311
- c. Qty : 1 buah
- d. Tipe saluran pendingin : Menggunakan plat tebal 1 mm sebagai sekat pemisah antara aliran *inlet* dan *outlet*
- e. Diameter saluran pendingin : Ø25 mm (*inlet* = 12 mm; *outlet* = 12 mm)
- f. Panjang saluran pendingin : 600 mm
- g. Diameter *Sprue* : Ø3,2 mm
- h. Diameter *Runner* : 8,5 mm
- i. Tipe *Gate* : Persegi panjang
- j. Dimensi *Gate* : (6X42) mm



Gambar 5.13 Detail drawing *Insert Cavity*
5.6.13 Perancangan *Insert Core*

Berikut hasil perancangan *Insert Core* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Dari hasil akhir didapat:

- a. Dimensi : (430X320X296,3) mm
- b. Material : ASSAB 2311
- c. Qty : 1 buah
- d. Tipe saluran pendingin : Menggunakan plat tebal 1 mm sebagai sekat pemisah antara aliran *inlet* dan *outlet*
- e. Diameter saluran pendingin : Ø25 mm (*inlet* = 12 mm; *outlet* = 12 mm)
- f. Panjang saluran pendingin : 600 mm
- g. Diameter *Sprue* : Ø3,2 mm
- h. Diameter *Runner* : 8,5 mm
- i. Tipe *Gate* : Persegi panjang
- j. Dimensi *Gate* : (6X42) mm

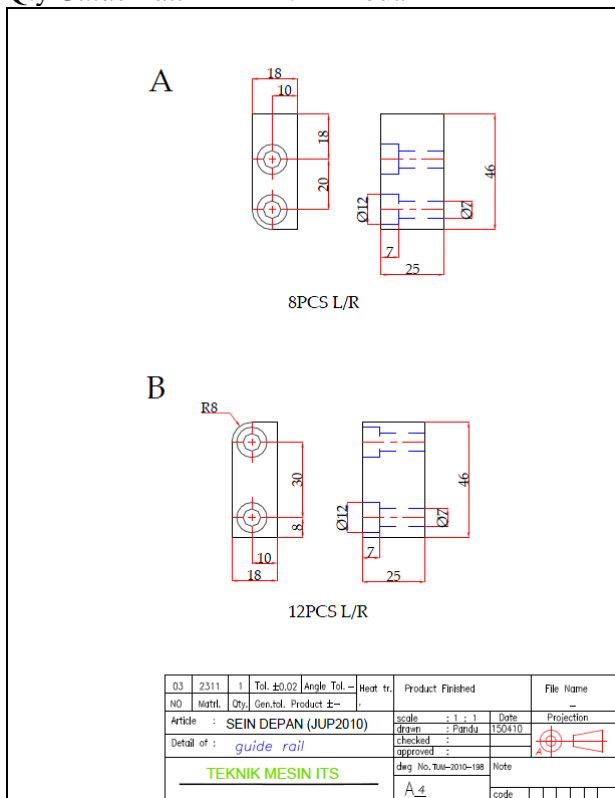


Gambar 5.14 Detail drawing *Insert Core A*

5.6.14 Perancangan *Guide Rail A & B*

Berikut hasil perancangan *Guide Rail A & B* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Dari hasil akhir didapat:

- Dimensi *Guide Rail A* : (46X25X18) mm
- Material *Guide Rail A* : ASSAB 2311
- Qty *Guide Rail A* : 8 buah
- Dimensi *Guide Rail B* : (46X25X18) mm
- Material *Guide Rail B* : ASSAB 2311
- Qty *Guide Rail B* : 12 buah

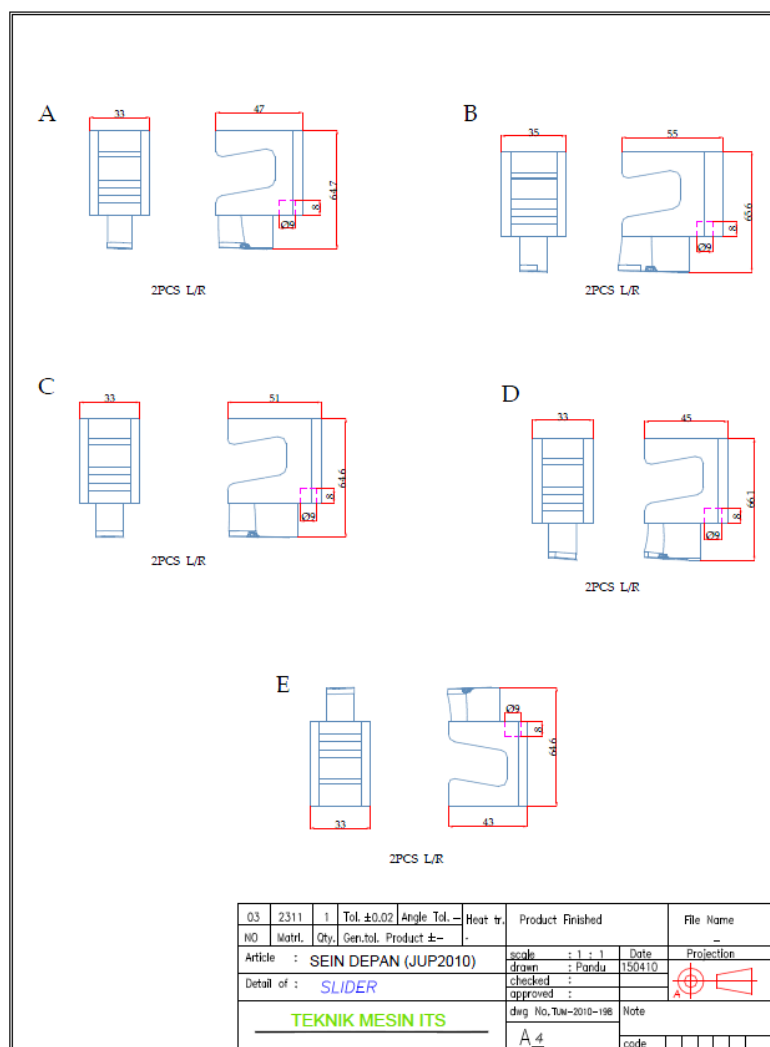


Gambar 5.15 Detail drawing *Guide Rail A & B*

5.6.15 Perancangan *Slider A, B, C, D & E*

Berikut hasil perancangan *Slider A, B, C, D, & E* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Dari hasil akhir didapat:

- a. Dimensi *Slider A* : (64,7X47X33) mm
- b. Material *Slider A* : ASSAB 2311
- c. Qty *Slider A* : 2 buah
- d. Dimensi *Slider B* : (65,6X55X35) mm
- e. Material *Slider B* : ASSAB 2311
- f. Qty *Slider B* : 2 buah
- g. Dimensi *Slider C* : (64,6X51X33) mm
- h. Material *Slider C* : ASSAB 2311
- i. Qty *Slider C* : 2 buah
- j. Dimensi *Slider D* : (66,1X45X33) mm
- k. Material *Slider D* : ASSAB 2311
- l. Qty *Slider D* : 2 buah
- m. Dimensi *Slider E* : (64,6X43X33) mm
- n. Material *Slider E* : ASSAB 2311
- o. Qty *Slider E* : 2 buah

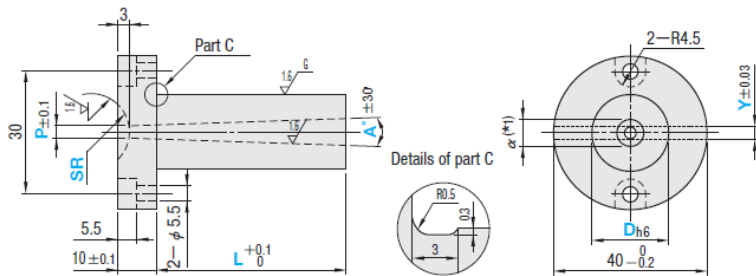


Gambar 5.16 Detail drawing *Slider A, B, C, D dan E*

5.6.16 Perancangan *Sprue Bush*

Untuk perancangan *Sprue Bush* yang digunakan adalah tipe *Sprue Bushings Normal Bolt* dengan keterangan:

- Dimensi : $D_{h6} = 16 \text{ mm}$; $P = 3 \text{ mm}$; $L = 130 \text{ mm}$; $SR = 16 \text{ mm}$
- Material : SKD 61 (standart) (keterangan dapat dilihat pada lampiran)
- Qty : 1 buah

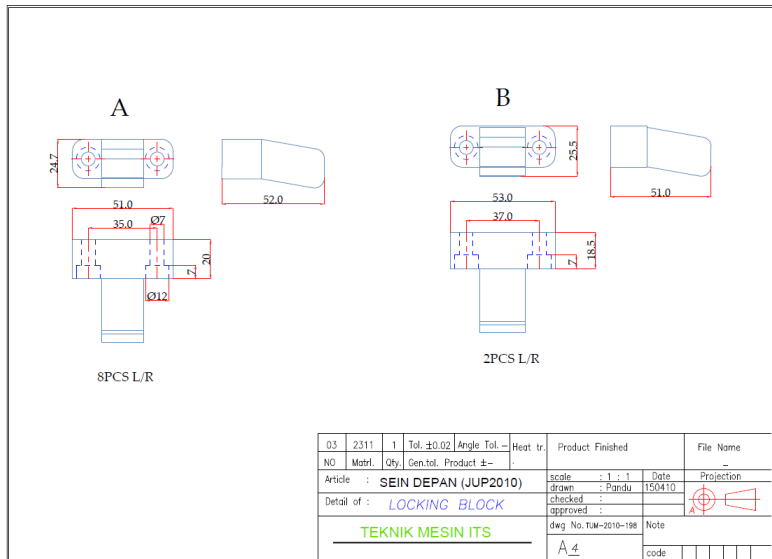


Gambar 5.17 Keterangan *Sprue Bush* [22]

5.6.17 Perancangan *Locking Block A & B*

Berikut hasil perancangan *Locking Block A & B* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Dari hasil akhir didapat:

- Dimensi *Locking Block A* : $(21 \times 52 \times 24,7) \text{ mm}$
- Material *Locking Block A* : ASSAB 2311
- Qty *Locking Block A* : 4 buah (kiri); 4 buah (kanan)
- Dimensi *Locking Block B* : $(21 \times 52 \times 24,7) \text{ mm}$
- Material *Locking Block B* : ASSAB 2311
- Qty *Locking Block B* : 1 buah (kiri); 1 buah (kanan)

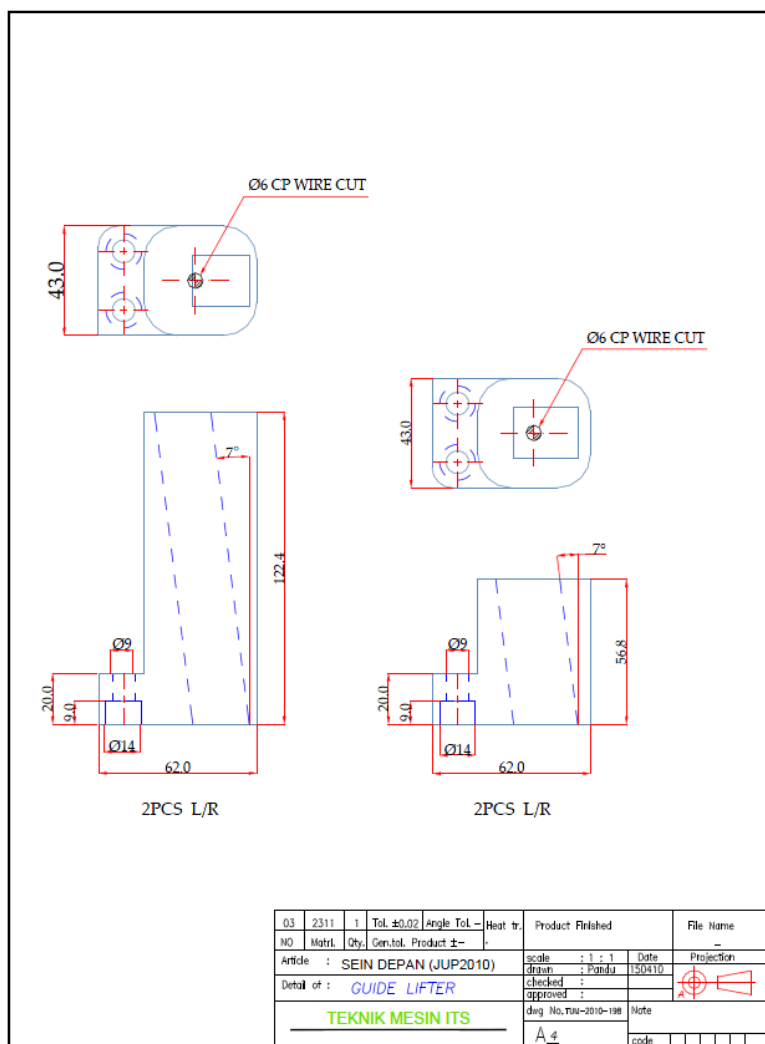


Gambar 5.18 Detail drawing *Locking Block A & B*

5.6.18 Perancangan *Guide Lifter A & B*

Berikut hasil perancangan *Guide Lifter A & B* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Dari hasil akhir didapat:

- Dimensi *Guide Lifter A* : (43X62X122,4) mm
- Material *Guide Lifter A* : ASSAB 760
- Qty *Guide Lifter A* : 1 buah (kiri); 1 buah (kanan)
- Dimensi *Guide Lifter B* : (43X62X56,8) mm
- Material *Guide Lifter B* : ASSAB 760
- Qty *Guide Lifter B* : 1 buah (kiri); 1 buah (kanan)

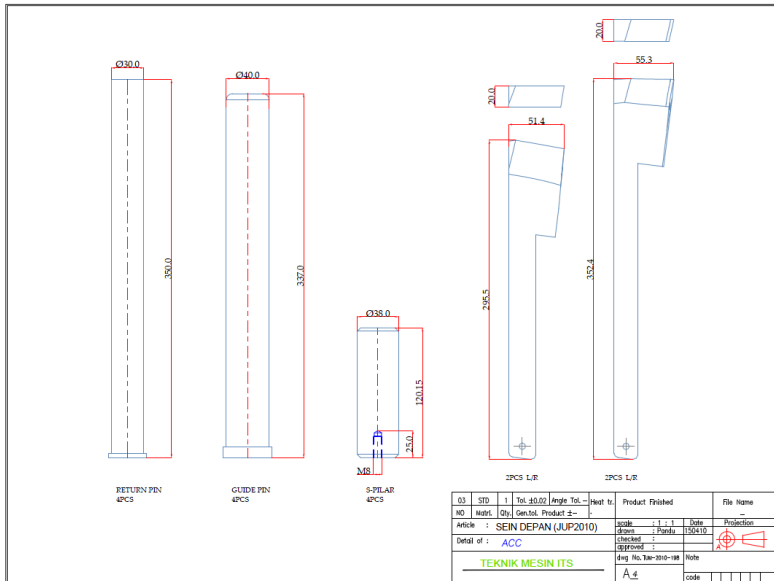


Gambar 5.19 Detail drawing *Guide Lifter A & B*

5.6.19 Perancangan *Lifter A & B; Return Pin; Guide Pin (Leader Pin); Support Pillar*

Berikut hasil perancangan *Lifter A & B* serta *Support Pillar* yang telah digambar menggunakan *software CAD* dan dilakukan pengerjaan detail drawing 2D. Untuk perencanaan *Return Pin & Leader Pin* dapat disesuaikan menggunakan standart katalog Misumi. Dari hasil akhir didapat:

- a. Dimensi *Lifter A* : (295,5X20X51,4) mm
- b. Material *Lifter A* : EM38
- c. Qty *Lifter A* : 1 buah (kiri); 1 buah (kanan)
- d. Dimensi *Lifter B* : (352,4X20X55,3) mm
- e. Material *Lifter B* : EM38
- f. Qty *Lifter B* : 1 buah (kiri); 1 buah (kanan)
- g. Dimensi *Return Pin* : (Ø30X350) mm
- h. Material *Return Pin* : SUJ2
- i. Qty *Return Pin* : 4 buah
- j. Dimensi *Leader Pin* : (Ø40X337) mm
- k. Material *Leader Pin* : SUJ2
- l. Qty *Leader Pin* : 4 buah
- m. Dimensi *Support Pillar* : (Ø38X120,15) mm
- n. Material *Support Pillar* : ST. 37
- o. Qty *Support Pillar* : 4 buah



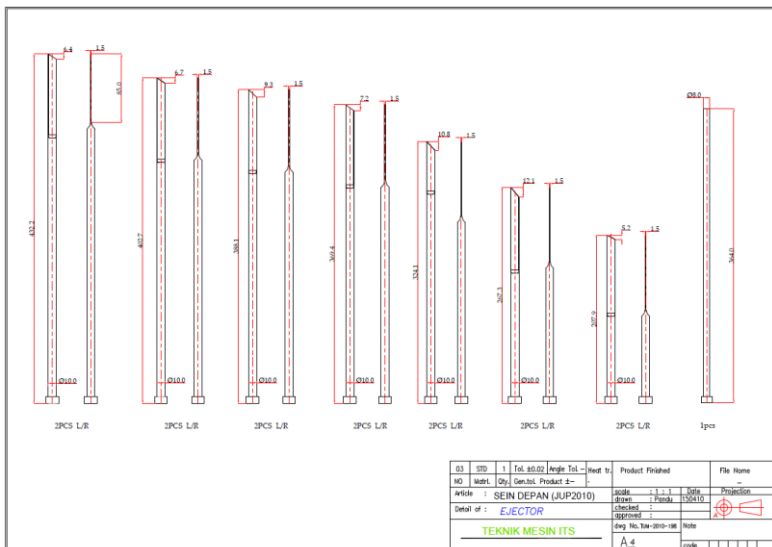
Gambar 5.20 Detail drawing *Lifter A & B; Return Pin; Guide Pin; Support Pillar*

5.6.20 Perancangan *Ejector Pin A, B, C, D, E & F*

Untuk perencanaan *Ejector Pin A, B, C, D, E & F* menggunakan komponen standart dari katalog mizumi dengan keterangan sebagai berikut :

- Dimensi *Ejector Pin A* : (Ø10X432,2) mm (tipe *blade*)
- Material *Ejector Pin A* : SKH51
- Qty *Ejector Pin A* : 1 buah (kiri); 1 buah (kanan)
- Dimensi *Ejector Pin B* : (Ø10X402,7) mm (tipe *blade*)
- Material *Ejector Pin B* : SKH51
- Qty *Ejector Pin B* : 1 buah (kiri); 1 buah (kanan)
- Dimensi *Ejector Pin C* : (Ø10X388,1) mm (tipe *blade*)
- Material *Ejector Pin C* : SKH51
- Qty *Ejector Pin C* : 1 buah (kiri); 1 buah (kanan)
- Dimensi *Ejector Pin D* : (Ø10X369,4) mm (tipe *blade*)
- Material *Ejector Pin D* : SKH51

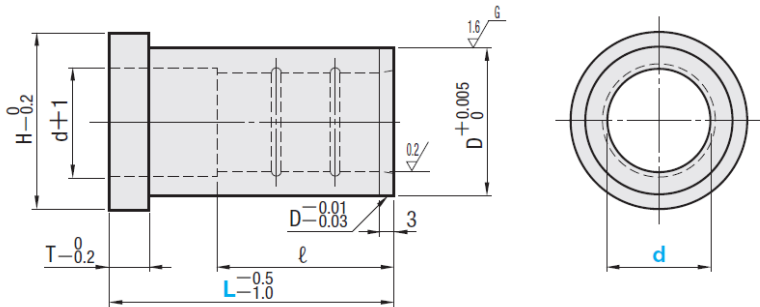
- l. Qty *Ejector Pin D* : 1 buah (kiri); 1 buah (kanan)
- m. Dimensi *Ejector Pin E* : (Ø10X324,1) mm (tipe *blade*)
- n. Material *Ejector Pin E* : SKH51
- o. Qty *Ejector Pin E* : 1 buah (kiri); 1 buah (kanan)
- p. Dimensi *Ejector Pin F* : (Ø10X267,3) mm (tipe *blade*)
- q. Material *Ejector Pin F* : SKH51
- r. Qty *Ejector Pin F* : 1 buah (kiri); 1 buah (kanan)
- s. Dimensi *Ejector Pin G* : (Ø10X207,9) mm (tipe *blade*)
- t. Material *Ejector Pin G* : SKH51
- u. Qty *Ejector Pin G* : 1 buah (kiri); 1 buah (kanan)
- v. Dimensi *Ejector Pin H* : (Ø8X364) mm (tipe *pin*)
- w. Material *Ejector Pin H* : SKH51
- x. Qty *Ejector Pin H* : 1 buah



Gambar 5.21 Detail drawing *Ejector Pin A, B, C, D, E, F, G, & H*

5.6.21 Perancangan *Guide Bush (Leader Bush)*

Untuk perencanaan *Leader Bush* menggunakan komponen standart dari katalog mizumi dengan keterangan sebagai berikut :



Gambar 5.22 Keterangan *Leader Bush* [22]

- a. Dimensi *Leader Bush* : $L = 50$ mm; $d = 60$ mm
- b. Material *Leader Bush* : SUJ2
- c. Qty *Leader Bush* : 4 buah

5.6.22 Assembly Mold

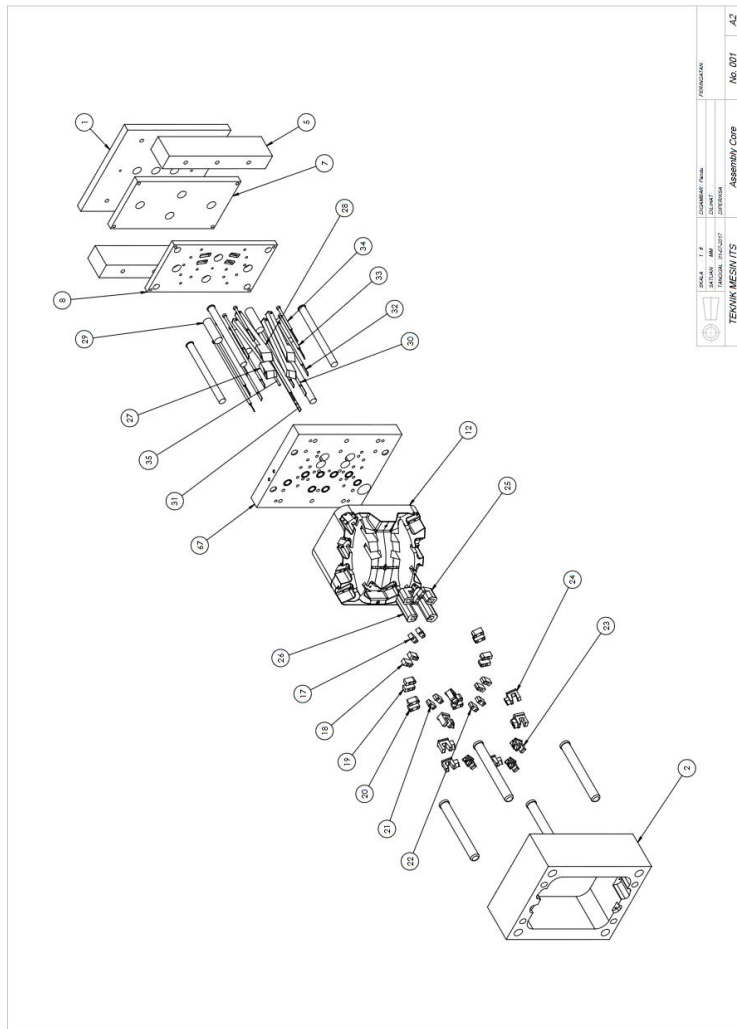
Berikut gambar susunan (*assembly*) *mold* dari mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010 beserta *Part list* komponennya

Tabel 5.5 *Part List Assembly Mold* dari mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010

ITEM NO.	NAMA ITEM	QTY	MATERIAL	DIMENSION (MM)	KETERANGAN
1	Top Plate	1	ASSAB 760	550X500X35	
2	Cavity Plate	1	ASSAB 760	550X450X150	
3	Core Plate	1	ASSAB 760	550X450X200	
4	Suport Plate	1	ASSAB 760	550X450X60	
5	Spacer Plate	2	ASSAB 760	550X78X120	
6	Bottom Plate	1	ASSAB 760	550X500X35	

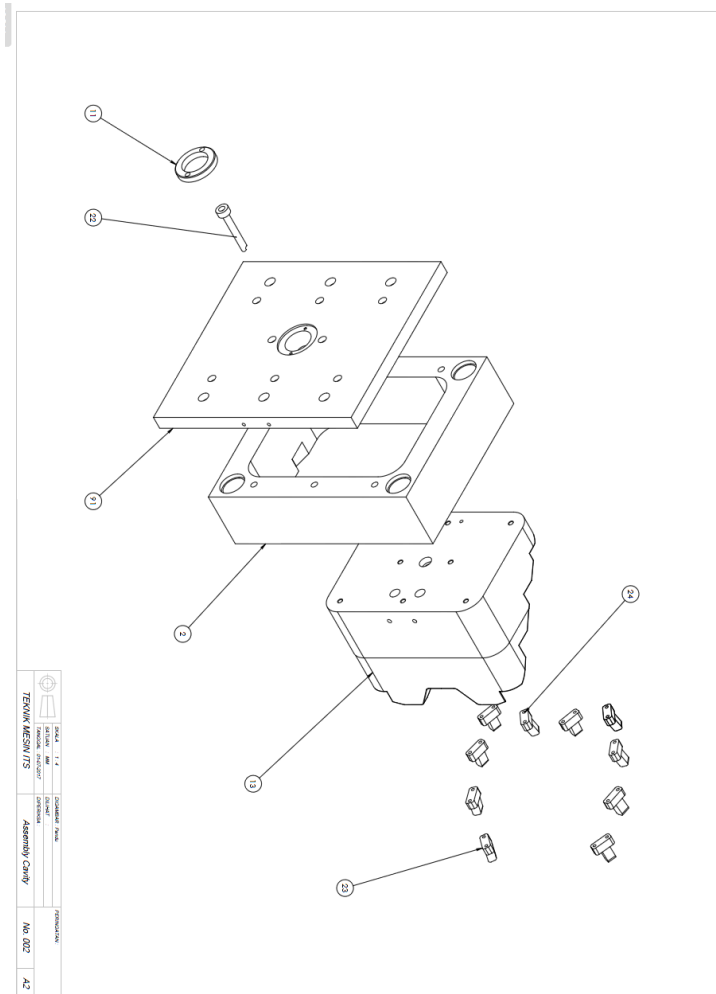
7	Ejector Plate A	1	ASSAB 760	550X290X25	
8	Ejector Plate B	1	ASSAB 760	550X290X30	
9	Spring (Biru)	4	STD	60X120	Beli
10	Spring (Biru)	10	STD	8X15	Beli
11	Locating Ring	1	ST 37	100X15	
12	Insert Cavity	1	ASSAB 2311	430X320X300	
13	Insert Core	1	ASSAB 2311	430X320X296,3	
15	Guide Rail A	8	ASSAB 2311	46X25X18	
16	Guide Rail B	12	ASSAB 2311	46X25X18	
17	Slider A	2	ASSAB 2311	64,7X47X33	
18	Slider B	2	ASSAB 2311	65,6X55X35	
19	Slider C	2	ASSAB 2311	64,6X51X33	
20	Slider D	2	ASSAB 2311	66,1X45X33	
21	Slider E	2	ASSAB 2311	64,6X43X33	
22	Sprue Bush	1	SKD61	16X3X130X16	Beli; Modifikasi
23	Locking Block A	4	ASSAB 2311	21X52X24,7	
24	Locking Block B	2	ASSAB 2311	53X51X25,5	
25	Guide Lifter A	2	ASSAB 2311	43X62X122,4	
26	Guide Lifter B	2	ASSAB 2311	43X62X56,8	
27	Lifter A	2	EM38	295,5X20X51,4	
28	Lifter B	2	EM38	352,4X20X55,3	
29	Suport Pilar	4	ST 37	38X120,15	
30	Ejector Pin A	1	SUJ2	Ø10X432,2	Beli; Modifikasi
31	Ejector Pin B	2	SUJ2	Ø10X402,7	Beli; Modifikasi

32	Ejector Pin C	2	SUJ2	Ø10X388,1	Beli; Modifikasi
33	Ejector Pin D	2	SUJ2	Ø10X369,4	Beli; Modifikasi
34	Ejector Pin E	4	SUJ2	Ø10X324,1	Beli; Modifikasi
35	Ejector Pin F	4	SUJ2	Ø10X267,3	Beli; Modifikasi
35	Ejector Pin G	4	SUJ2	Ø10X207,9	Beli; Modifikasi
36	Guide Bush	4	SUJ2	Ø8X364	



Gambar 5.23 Explode Assembly Core mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010

Gambar 5.23 menjelaskan tentang *explode mold core* mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z dengan nomor bagiannya.



Gambar 5.24 Explode Assembly Cavity mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010

Gambar 5.23 menjelaskan tentang *explode mold cavity* mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z dengan nomor bagiannya.

BAB VI

ANALISA SIMULASI

6.1 Simulasi *Mold Flow Advicer*

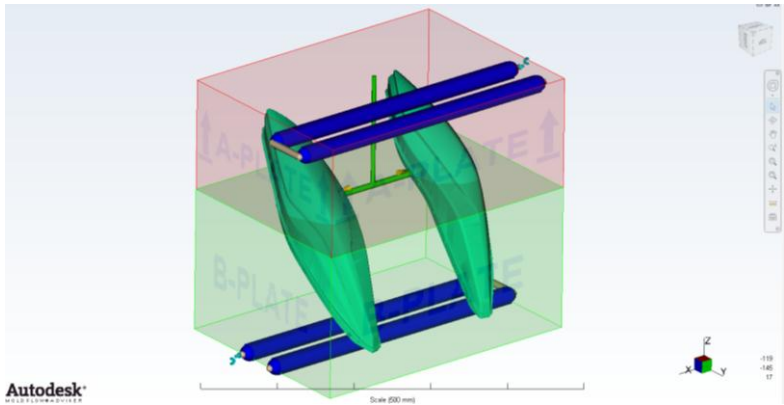
Dari hasil perhitungan cetakan di bab 4 dan didapat pula hasil dari *3D scanning* dan *reverse engineering produk* serta hasil pengumpulan data berupa spesifikasi mesin injeksi dan data *sheet material* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *3D CAD* produk dengan output format *STL*
2. Jenis material : *Acrilic Resin* tipe *MH Sumipex Acrilic Molding Resin*
3. *Density* plastik : 1.19 gram/cm^3
4. Titik lebur plastik : 240°C
5. *Mold temperatur* : 60°C
6. *Injection pressure* : 140 MPa

Dari ringkasan data tersebut, lalu masukan sebagai *input* di *Software Autodesk Mold Flow Advicer* sehingga didapat hasil simulasi sebagai berikut

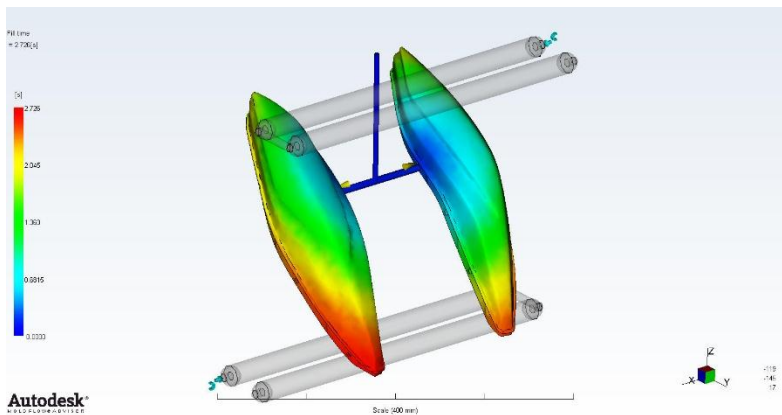
6.1.1 Perancangan Saluran Pendingin

Dari hasil simulasi menggunakan *Software Autodesk Mold Flow Advicer* didapatkan rancangan untuk saluran pendinginan untuk cetakan mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010 sebagai berikut



Gambar 6.1 Rancangan saluran pendingin

6.1.2 Fill Time



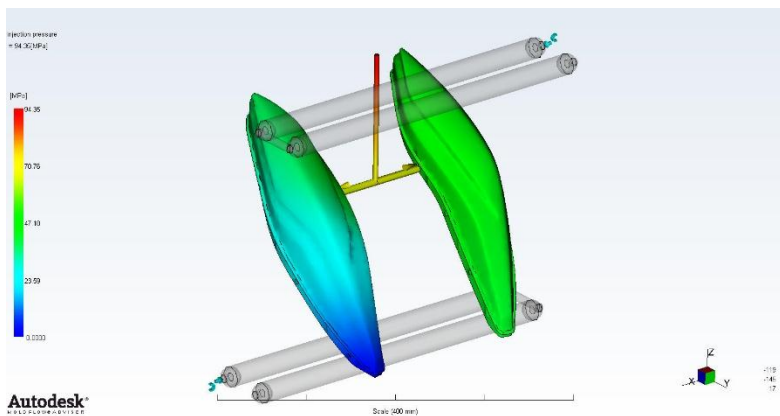
Gambar 6.2 Analisa fill time

Dari hasil simulasi menggunakan *Software Autodesk Mold Flow Adviser* didapatkan fill time. Fill time menunjukkan waktu pengisian plastik leleh sampai cavity terisi penuh oleh plastik leleh. Waktu pengisian cavity yang ditunjukkan dari hasil simulasi di atas adalah 2.726 detik. Hal ini ditunjukkan oleh warna merah pada

ujung terjauh dari *runner* yang diduga paling akhir terisi oleh plastik leleh. Sedangkan daerah yang dekat dengan *gate* berwarna biru tua, hal ini menunjukkan bahwa pada daerah tersebut menalami waktu pengisian yang paling cepat.

Pada gambar hasil simulasi di atas, terdapat daerah yang berwarna merah. warna merah seperti itu menandakan bahwa bagian tersebut mengalami waktu pengisian yang paling lama.

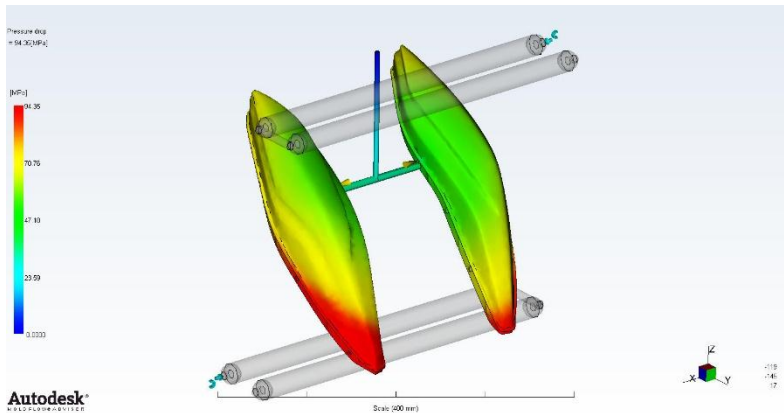
6.1.3 Injection Pressure



Gambar 6.3 Analisa *injection pressure*

Injection Pressure menyatakan distribusi tekanan selama proses pengisian material plastik leleh. Tekanan terbesar sebesar 126.1 MPa terjadi pada titik awal injeksi sedangkan tekanan terkecil sebesar 0 MPa terjadi pada bagian terjauh dari titik injeksi. Apabila digunakan spesifikasi mesin yang ada, maka tekanan pengisian ini dapat dikatakan aman karena *maximum injection pressure* pada mesin adalah 1481 MPa.

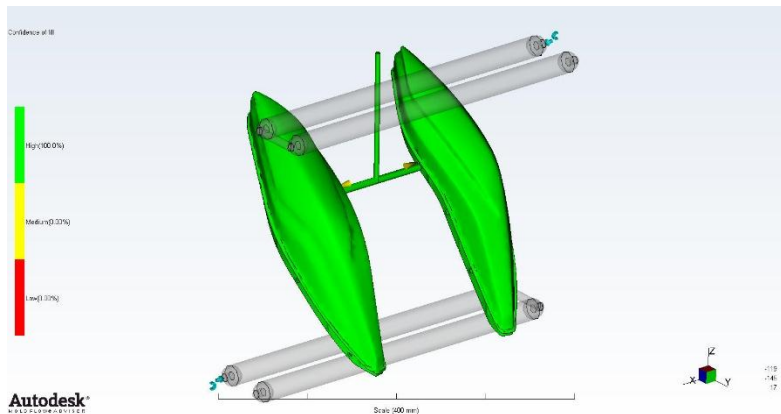
6.1.4 Pressure Drop



Gambar 6.4 Analisa *pressure drop*

Pressure drop pada produk ini tergolong cukup besar. Dari gambar hasil simulasi di atas dapat dilihat bahwa terjadinya *pressure drop* paling besar yaitu pada daerah yang berbentuk cekungan atau daurah yang bersudut sebesar 51.08 MPa. Sedangkan *pressure drop* yang terjadi pada area permukaan yang datar memiliki nilai sebesar 25.54 Mpa. *Pressure drop* ini sangat merugikan bagi produk karena dapat mengakibatkan berbagai macam cacat produk, oleh karena itu perlu adanya *improv* agar tidak terlalu besar nilai *pressure drop* pada proses injeksi ini. Salah satunya yaitu menjaga kestabilan suhu agar tetap kondisi stabil tergantung dari bentuk produk masing masing, karena ada produk yang membutuhkan keadaan temperatur yang tinggi dan ada pula produk yang membutuhkan keadaan temperatur yang rendah. Penempatan cooling sistem juga sangat berpengaruh pada *pressure drop* ini.

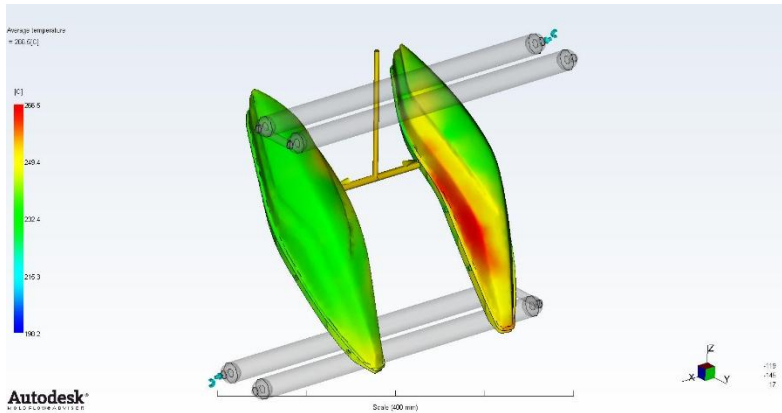
6.1.5 Confidence of fill



Gambar 6.5 Analisa *confidence of fill*

Confidence of fill menunjukkan tingkat penyebaran material plastik saat proses injeksi. Dalam hal ini produk tempat sabun ini memiliki nilai 100%, artinya bahwa material plastik yang di injeksikan oleh mesin injeksi *moulding* tersebar secara merata di seluruh cetakan / *cavity*. Hasil *confidence of fill* belum tentu mempengaruhi hasil akhir pada produk, dalam data ini hanya menunjukkan prediksi apakah setelah proses simulasi *confidence of fill* ini masih bisa bagus atau tidak untuk proses simulasi selanjutnya.

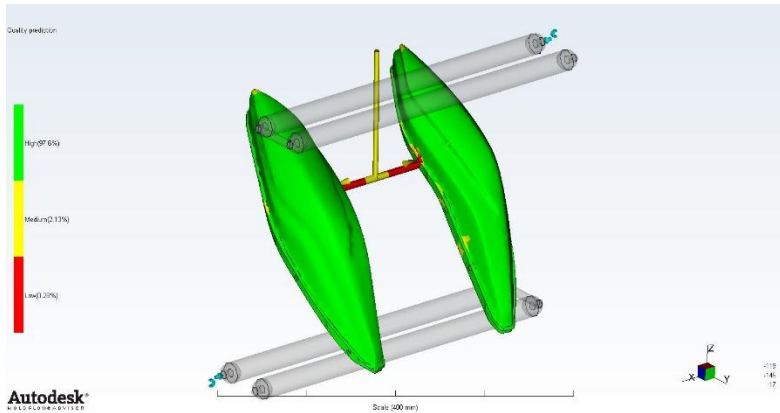
6.1.6 Average Temperature



Gambar 6.6 Analisa *Average Temperature*

Average temperature menunjukkan besarnya temperatur rata rata yang terjadi saat proses injeksi berlangsung. Pada gambar di atas dapat dilihat penyebaran temperatur dan dapat di ketahui bahwa daerah cetakan yang dekat dengan *gate* memiliki temperatur paling tinggi yaitu sebesar 266.5°C, hingga daerah cetakan yang paling jauh dari sumber injeksi memiliki temperatur paling rendah sebesar 196.2°C

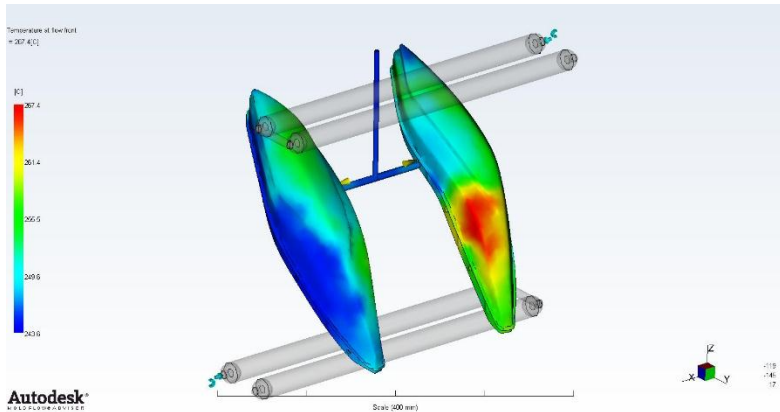
6.1.7 *Quality Prediction*



Gambar 6.7 Analisa *Quality Prediction*

Quality prediction ini menunjukkan hasil dari kualitas produk. Dalam kasus ini produk mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010 ini memiliki nilai 97.6% yang artinya kualitas produk ini tergolong bagus.

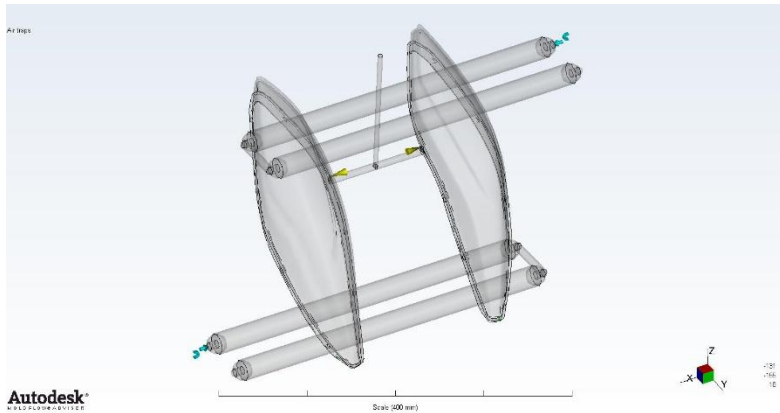
6.1.8 Temperature at Flow Front



Gambar 6.8 Analisa *Temperature of Flow Front*

Temperature at flow front menunjukkan temperatur aliran yang pertama masuk ke dalam *cavity*. Dari gambar ditunjukkan bahwa awal masuk melalui *runner* temperatur plastik adalah 267.4°C. Sampai pada ujung bagian *cavity* temperatur plastik menurun menjadi 243.6°C. Penurunan ini diakibatkan adanya pendinginan yang terjadi di dalam mold baik pendinginan langsung oleh udara luar ataupun dari saluran pendingin.

6.1.9 Air Traps



Gambar 6.9 Analisa *Air Traps*

Air traps menunjukkan lokasi terperangkapnya udara. Dari gambar terlihat bahwa udara terperangkap pada bagian lekukan. Di lokasi tersebut, perlu diberi saluran udara karena pada daerah tersebut diindikasikan banyak terperangkap udara. Dengan pemberian saluran udara, diharapkan udara yang terperangkap dapat keluar sehingga tidak merusak produk plastik saat dikeluarkan dari cetakan.

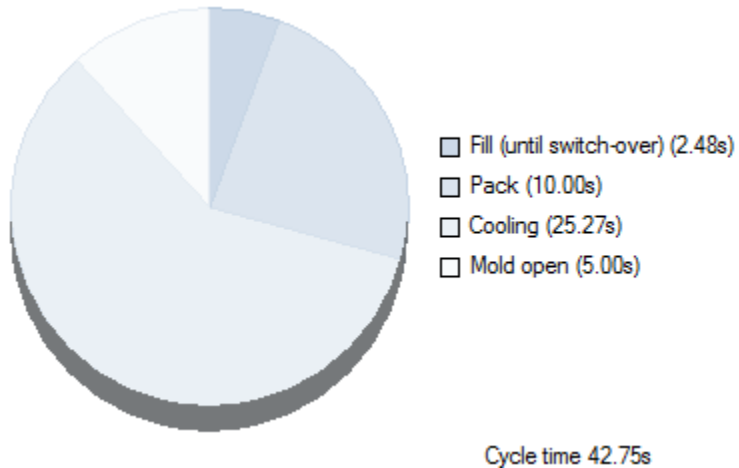
Udara yang terjebak umumnya terletak pada bagian terjauh dari *gate* karena udara terdorong oleh aliran plastik leleh dan akhirnya berhenti di bagian yang terjauh dari *gate* dan paling terakhir terisi material plastik leleh. Pemberian saluran udara tidak boleh terlalu dalam karena dapat mengakibatkan kerusakan produk plastik atau memberi jalan keluar plastik leleh namun juga tidak boleh terlalu dangkal sehingga udara tidak dapat keluar dan tetap terjebak di dalam *cavity*.

6.1.10 Analisa Parameter Proses Injeksi

Dari data yang telah didapat dari perhitungan dan dari tabel mesin serta data *sheet* material maka didapatkan hasil analisa *software Autodesk Moldflow Adviser* sebagai berikut.

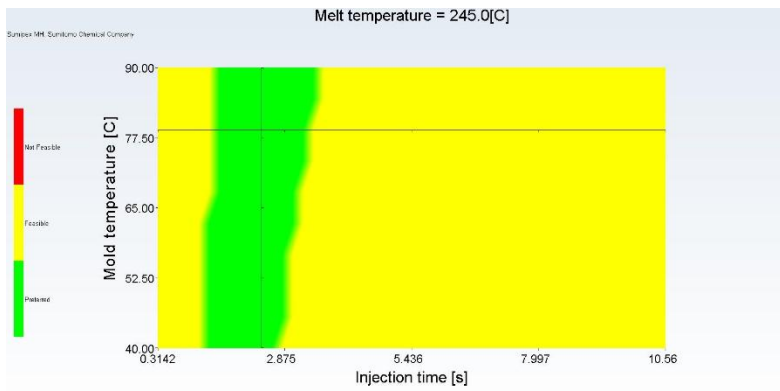
Tabel 6.1 Hasil analisa Autodesk Mold Flow Adviser

Actual filling time	2.73 (s)
Actual injection pressure	94.351 (MPa)
Clamp force area	307.8531 (cm ²)
Max. clamp force during filling	119.265 (tonne)
Velocity/pressure switch-over at % volume	97.47 (%)
Velocity/pressure switch-over at time	2.48 (s)
Total part weight at the end of filling	262.760 (g)
Shot volume	245.6304 (cm ³)
Cavity volume	234.1548 (cm ³)
Runner system volume	11.4757 (cm ³)



Gambar 6.10 *Cycle time breakdown* dari hasil Autodesk Mold Flow Adviser

Untuk menentukan parameter proses injeksi yang dibutuhkan, maka dilakukan simulasi dengan *molding window*.



Gambar 6.11 Hasil simulasi *molding window*

Dari hasil simulasi *molding window* yang ditunjukkan pada gambar 4.39, maka diperoleh setting parameter optimal untuk perencanaan proses injeksi yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

<i>Mold Temperature</i>	: 78,89°C
<i>Melt Temperature</i>	: 245°C
<i>Injection Time</i>	: 2,405 sec
<i>Maximum Injection Pressure</i>	: 173.380 MPa

Pada grafik *Molding Window* dapat dilihat bahwa garis yang berpotongan pada lokasi yang berwarna hijau adalah lokasi *setting parameter* terbaik.

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari pembahasan perancangan ini dapat disimpulkan menjadi beberapa poin sebagai berikut :

1. Didapatkan spesifikasi produk mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010 sebagai berikut:
 - a. Dimensi produk : (274,96 X 227,38 X 93,72)mm
 - b. Volume produk : 227,38 mm
 - c. Luas Proyeksi Produk : 93,72 mm
2. Dari perancangan *mold* dapat ditentukan spesifikasi komponen utama *mold* untuk cetakan mika lampu sein depan Yamaha Jupiter Z 2010 adalah sebagai berikut:

ITEM NO.	NAMA ITEM	DIMENSION (MM)	QTY	MATERIAL
1	Top Plate	550X500X35	1	ASSAB 760
2	Cavity Plate	550X450X150	1	ASSAB 760
3	Core Plate	550X450X200	1	ASSAB 760
4	Suport Plate	550X450X60	1	ASSAB 760
5	Spacer Plate	550X78X120	2	ASSAB 760
6	Bottom Plate	550X500X35	1	ASSAB 760
7	Ejector Plate A	550X290X25	1	ASSAB 760
8	Ejector Plate B	550X290X30	1	ASSAB 760
9	Spring (Biru)	60X120	4	STD
10	Spring (Biru)	8X15	10	STD
11	Locating Ring	100X15	1	ST 37
12	Insert Cavity	430X320X300	1	ASSAB 2311

13	Insert Core	430X320X296,3	1	ASSAB 2311
15	Guide Rail A	46X25X18	8	ASSAB 2311
16	Guide Rail B	46X25X18	12	ASSAB 2311
17	Slider A	64,7X47X33	2	ASSAB 2311
18	Slider B	65,6X55X35	2	ASSAB 2311
19	Slider C	64,6X51X33	2	ASSAB 2311
20	Slider D	66,1X45X33	2	ASSAB 2311
21	Slider E	64,6X43X33	2	ASSAB 2311
22	Sprue Bush	16X3X130X16	1	SKD61
23	Locking Block A	21X52X24,7	4	ASSAB 2311
24	Locking Block B	53X51X25,5	2	ASSAB 2311
25	Guide Lifter A	43X62X122,4	2	ASSAB 2311
26	Guide Lifter B	43X62X56,8	2	ASSAB 2311
27	Lifter A	295,5X20X51,4	2	EM38
28	Lifter B	352,4X20X55,3	2	EM38
29	Suport Pilar	38X120,15	4	ST 37
30	Ejector Pin A	Ø10X432,2	1	SUJ2
31	Ejector Pin B	Ø10X402,7	2	SUJ2
32	Ejector Pin C	Ø10X388,1	2	SUJ2
33	Ejector Pin D	Ø10X369,4	2	SUJ2
34	Ejector Pin E	Ø10X324,1	4	SUJ2

35	Ejector Pin F	Ø10X267,3	4	SUJ2
35	Ejector Pin G	Ø10X207,9	4	SUJ2
36	Guide Bush	Ø8X364	4	SUJ2

3. Dari simulasi *Molding Window* didapat:

- a. *Mold Temperature* : 78,89°C
- b. *Melt Temperature* : 245°C
- c. *Injection Time* : 2,405 sec
- d. *Maximum Injection Pressure* : 173,380 MPa

7.2 Saran

Saran untuk pengembangan tugas akhir selanjutnya dapat memperdetail hitungan pada struktur *mold* seperti *locate ring*, *sprue bush*, *sprue lock pin*, *guide pin*, *guide bush*, *insert*, dsb.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sihama E. Salih. 2013. *Comparison of the Characteristics of LDPE : PP and HDPE : PP Polymer Blends*. Baghdad: University of Technology.
- [2] Amri, Alfian. 2009. *Pengaruh Pendinginan Dalam Proses Injection Molding Pembuatan Acetabular Cup Pada Sambungan Hip*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah.
- [3] Firdaus. 2003. *Studi Eksperimental Pengaruh Paramater Proses Pencetakan Bahan Plastik Terhadap Cacat Penyusutan (Shrinkage) Pada Benda Cetak Pneumatics Holder*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- [4] <https://deeanpersonalblog.wordpress.com/2012/01/10/ya-maha-melanjutkan-tren-putih-di-2012-dengan-jupiter-z-dan-new-jupiter-mx/>
- [5] www.partner3d.com
- [6] <https://www.indiamart.com/proddetail/engineering-of-injection-molding-machine-2769310173.html>
- [7] Nakazawa Makoto. 2011. *Mold Basic Design*
- [8] <https://i.ytimg.com/vi/vUggXvflx9c/hqdefault.jpg>
- [9] <https://3.imimg.com/data3/KI/HQ/MY-7831336/sprue-bush-250x250.jpg>

- [10] <http://www.mould-parts.com/UploadFiles/200862311154874.gif>
- [11] <http://www.amrikengineers.com/images/pro-slider/guide-pin-bush.jpg>
- [12] <http://media.automatikplus.com/Injection-mold-insert.jpg>
- [13] <https://3.imimg.com/data3/XG/YW/MY-10339350/ejector-plate-500x500.jpg>
- [14] <http://www.hales.com.au/wp-content/uploads/product-images/Ejector-Pin-Imperial.jpg>
- [15] http://img1.xueduo.cn/statics/images/165_precision_mold_partscom/uploads/allimg/c161026/14M45334B4630-Sb2.jpg
- [16] http://img.directindustry.com/images_di/photo-g/14398-2826431.jpg
- [17] http://web.tradekorea.com/product/779/313779_03/cbe9caa5_84d00cbe_dfd4_485d_bb8b_75316bf7ad01.jpg
- [18] <https://in.misumi-ec.com/asia/ItemDetail/10200099240.html>
- [19] <http://www.szthreeup.com/en/p-658.html>
- [20] <https://sc02.alicdn.com/kf/HTB1vkCvIFXXXXbzapXXq6xXFX3/Mold-components-SUJ2-ejector-pin-stopper-pin.jpg>

- [21] www.sinotech.com
- [22] mannesman, 1970
- [23] Gastro; *Injection Molds*
- [24] Misumi. 2012. *Standard Components for Plastic Mold catalog*.
- [25] http://www.mapeng.net/news/mechanical_English_article/2008/12/mapeng_0812131331282121_5.html

LAMPIRAN 1

HC-系列规格表

The diagram illustrates the HC-series injection molding machine, showing its internal components and layout. Key parts labeled include: Clamping System (Manifold, Cylinder), Injection System (Cooler, Tank, Hydraulic Manifold), Safety Gate, Operation Panel, Proximity Switch, Emergency Stop, Rear Platen, Alarm Lamp, Toggle Ejection Device, Fixed Platen, Hopper, Hydraulic Motor, Power Supply Box, Drop Channel, Pressure Meter, Back Pressure Meter, Anti-vibration, and Electric Box.

SYSTEM	ITEMS	CLAMPING FORCE	HC-80			HC-100			HC-125			HC-160			HC-210			HC-250		
			80	100	125	160	210	250												
INJECTION SYSTEM	SCREW DIAMETER	unit	S	M	L	S	M	L	S	M	L	S	M	L	S	M	L			
		mm	28	32	38	32	38	42	32	38	42	38	42	48	42	48	55	60		
	INJECTION PRESSURE	kg/cm ²	2670	2044	1450	2044	1450	1187	2044	1450	1187	1755	1440	1100	1905	1460	1110	1945	1481	1244
	INJECTION PRESSURE(FOUR)	kg/cm ²	***	2657	1885	2657	1885	1543	2657	1885	1543	2281	1872	1430	2476	1898	1430	2528	1925	1617
	THEORETICAL SHOT VOLUME	cm ³	108	142	200	142	200	245	142	200	245	226	276	361	276	361	474	425	558	664
	SHOT WEIGHT(PSI)	g	96	127	180	127	180	220	127	180	220	204	248	325	248	325	426	382	502	597
		oz	3.4	4.5	6.3	4.5	6.3	7.7	4.5	6.3	7.7	7.2	8.7	11.4	8.7	11.4	15.0	13.4	17.7	21.0
	INJECTION RATE	cm ³ /sec	55.2	72.1	101.7	72.1	101.7	124.2	96.2	135.7	165.7	148	180	236	203	265	348	207	272	324
	INJECTION RATE(FOUR)	cm ³ /sec	***	55.4	78.2	55.4	78.2	95.5	74	104.3	127.4	113.8	138.4	181.5	156.8	203.8	267.7	150.2	209.2	249.2
	PLASTICIZING CAPACITY	kg/hr	20.8	27.7	39	37	52	63	37	52	63	52	64	84	55	72	94	74	97	116
CLAMPING SYSTEM	SCREW REVOLVING SPEED	r/min	0-253	0-211	0-211	0-211	0-211	0-282	0-279	0-279	0-279	0-279	0-279	0-249	0-249	0-249	0-216	0-216	0-216	0-216
	CLAMPING STROKE	mm	345	380	460	500	550	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
	SPACE BETWEEN TIE BARS(M)	mm	330 x 330	360 x 360	410 x 400	460 x 450	510 x 500	560 x 550	560 x 550	560 x 550	560 x 550	560 x 550	560 x 550	560 x 550	560 x 550	560 x 550	560 x 550	560 x 550	560 x 550	560 x 550
	MOLD PLATEN DIMENSIONS(M)	mm	485 x 485	515 x 515	580 x 580	660 x 660	735 x 735	810 x 810	810 x 810	810 x 810	810 x 810	810 x 810	810 x 810	810 x 810	810 x 810	810 x 810	810 x 810	810 x 810	810 x 810	810 x 810
	RANGE OF MOLD HEIGHT	mm	80-350	100-375	125-425	150-500	150-500	150-500	150-500	150-500	150-500	150-500	150-500	150-500	150-500	150-500	150-500	150-500	150-500	150-500
ELECTRICAL SYSTEM	HYDRAULIC EJECTOR STROKE	mm	110	110	110	130	150	150	130	150	150	130	150	150	130	150	150	130	150	150
	PUMP MOTOR	hp	15	15	20	25	30	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	HEATER CAPACITY(220V)	kW	4.6	5.8	5.8	5.8	8.2	8.2	5.8	8.2	8.2	7.5	12.3	12.3	9.3	12.3	12.3	11.2	16	16
	ALLOWABLE MAXIMUM PUMP PRESSURE	kg/cm ²	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
	MACHINE SIZE	M	3.4 x 1.1 x 1.6	3.8 x 1.2 x 1.6	4.0 x 1.2 x 1.6	4.5 x 1.2 x 1.8	4.9 x 1.4 x 1.9	5.4 x 1.5 x 2.0	5.4 x 1.5 x 2.0	5.4 x 1.5 x 2.0	5.4 x 1.5 x 2.0	5.4 x 1.5 x 2.0	5.4 x 1.5 x 2.0	5.4 x 1.5 x 2.0	5.4 x 1.5 x 2.0	5.4 x 1.5 x 2.0	5.4 x 1.5 x 2.0	5.4 x 1.5 x 2.0	5.4 x 1.5 x 2.0	5.4 x 1.5 x 2.0
MECHANICAL DIMENSIONS	NET WEIGHT	ton	3.3	3.6	4.2	5.3	6.8	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
	PACKING DIMENSION	M	3.6 x 1.3 x 1.8	4.0 x 1.4 x 1.8	4.2 x 1.4 x 1.8	4.7 x 1.4 x 2.0	5.1 x 1.6 x 2.1	5.6 x 1.7 x 2.2	5.6 x 1.7 x 2.2	5.6 x 1.7 x 2.2	5.6 x 1.7 x 2.2	5.6 x 1.7 x 2.2	5.6 x 1.7 x 2.2	5.6 x 1.7 x 2.2	5.6 x 1.7 x 2.2	5.6 x 1.7 x 2.2	5.6 x 1.7 x 2.2	5.6 x 1.7 x 2.2	5.6 x 1.7 x 2.2	5.6 x 1.7 x 2.2
	SHIPPING WEIGHT	ton	3.7	4.0	4.8	6.0	7.5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	PICKING DIMENSION(INJECTION UNIT)	M																		
	SHIPPING WEIGHT	ton																		
MECHANICAL DIMENSIONS	PICKING DIMENSION(CAMPING UNIT)	M																		
	SHIPPING WEIGHT	ton																		
	PICKING DIMENSION(CAMPING UNIT)	M																		
MECHANICAL DIMENSIONS	SHIPPING WEIGHT	ton																		
	PICKING DIMENSION(CAMPING UNIT)	M																		

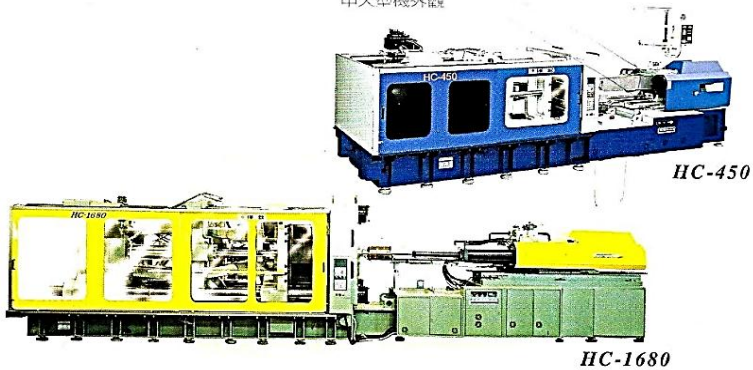
※ DESIGN AND SPECIFICATION ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT PRIOR NOTICE.

Gambar A.1 Spesifikasi Mesin Injeksi merk HWA CHIN MACHINERY FACTORY bagian 1

LAMPIRAN 2

Machine Appearance

中大型機外觀



SYSTEM	ITEMS	CLAMPING FORCE	HC-300			HC-350			HC-400			HC-450			HC-600			HC-800		
			S	M	L	S	M	L	S	M	L	S	M	L	S	M	L	S	M	L
INJECTION SYSTEM	SCREW DIAMETER	unit	55	60	65	60	65	70	65	70	75	70	75	80	75	80	90	80	90	100
	INJECTION PRESSURE	kg/cm ²	1629	1360	1160	1800	1590	1370	1723	1485	1294	1823	1588	1395	1910	1680	1327	2158	1725	1398
	INJECTION PRESSURE(FOUR)	kg/cm ²	2117	1768	1508	2418	2067	1781	2239	1930	1682	2381	2004	1813	2483	2184	1725	2805	2242	1817
	THEORETICAL SHOT VOLUME	cm ³	617	734	861	848	994	1153	1128	1307	1501	1539	1767	2010	1943	2210	2797	2361	2988	3689
	SHOT WEIGHT(P.SI)	g	555	660	775	763	894	1037	1015	1176	1350	1385	1590	1809	1748	1989	2517	2124	2689	3320
		oz	19.5	23.2	27.3	26.9	31.5	36.5	35.8	41.4	47.5	48.8	56.0	63.7	61.6	70.0	88.7	74.9	94.7	117.0
	INJECTION RATE	cm ³ /sec	345	410	481	301	353	410	388	450	517	367	421	480	405	461	583	515	651	804
	INJECTION RATE(FOUR)	cm ³ /sec	205.3	315.3	370	231.5	271.5	315.3	298.4	346.1	397.7	282.3	323.8	369.2	311.5	354.6	448.4	396.1	500.7	618.4
	PLASTICIZING CAPACITY	kg/hr	96	122	143	125	146	169	172	206	236	202	227	258	216	230	291	218	259	320
	SCREW REVOLVING SPEED	rpm	0-201			0-193			0-212			0-118			0-119			0-138		
CLAMPING SYSTEM	CLAMPING STROKE	mm	630			685			750			880			950			1050		
	SPACE BETWEEN TIE BARS(HV)	mm	610 x 600			655 x 650			705 x 700			780 x 780			880 x 880			1005 x 1000		
	MOLD PLATE DIMENSIONS(HV)	mm	880 x 880			960 x 960			1035x 1035			1160 x 1160			1300 x 1300			1470 x 1470		
	RANGE OF MOLD HEIGHT	mm	160-650			180-700			200-750			250-870			275-1020			300-1100		
ELECTRICAL SYSTEM	HYDRAULIC EJECTOR STROKE	mm	180			180			200			240			280			300		
	PUMP MOTOR	hp	50			50			60			60			75			100		
	HEATER CAPACITY(220V)	kw	12.5	18.5	18.5	16.5	19.8	19.8	19.9	27.1	27.1	27.4	31	31	30.2			38		
	ALLOWABLE MAXIMUM PUMP PRESSURE	kg/cm ²	140			140			140			140			140			140		
MECHANICAL DIMENSIONS	MACHINE SIZE	M	6.1 x 1.6 x 2.0			6.4 x 1.7 x 2.1			7.0 x 1.8 x 2.1			7.8 x 1.9 x 2.1			8.8 x 2.1 x 2.2			10.2 x 2.3 x 2.3		
	NET WEIGHT	ton	10.5			12.5			16			23			30			47.5		
	PACKING DIMENSION	M	6.3 x 1.8 x 2.2			6.6 x 1.9 x 2.3			7.2 x 2.0 x 2.3			8.0 x 2.1 x 2.3			9.0 x 2.3 x 2.4					
	SHIPPING WEIGHT	ton	12			14			18			25			33					
	PACKING DIMENSION(INJECTION UNIT)	M																4.2 x 2.5 x 2.0		
	SHIPPING WEIGHT	ton																14		
	PACKING DIMENSION(CLAMPING UNIT)	M																5.0 x 2.5 x 2.5		
	SHIPPING WEIGHT	ton																35		

※ DESIGN AND SPECIFICATION ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT PRIOR NOTICE.

Gambar A.2 Spesifikasi Mesin Injeksi merk *HWA CHIN*
MACHINERY FACTORY bagian 2

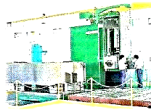
LAMPIRAN 3

Design And Manufacture Process

設備製造流程

Excellent Quality

Worldwide Market



NEW MODEL AND LATEST FUNCTIONS RESEARCH



PARTS MACHINING BY MILLING/BORING MACHINE



COMPUTER AIDED DESIGN



DATABASE DEVELOPMENT OF MANUFACTURING INTEGRATION SYSTEM



COMPONENTS MANAGEMENT SYSTEM OF PRODUCTION PROCESS



MACHINE ASSEMBLY



ELECTRIC CONTROL CIRCUIT ASSEMBLING

SYSTEM	ITEMS	CLAMPING FORCE UNIT	HC-1060 1060			HC-1360 1360			HC-1680 1680			HC-2200 2200			HC-2700 2700			HC-3200 3200		
			S	M	L	S	M	L	S	M	L	S	M	L	S	M	L	S	M	L
INJECTION SYSTEM	SCREW DIAMETER	mm	100	110	120	100	110	120	130	140	150	150	160	170	150	160	170	170	180	190
	INJECTION PRESSURE	kg/cm ²	2082	1721	1446	2082	1721	1446	1704	1470	1281	1673	1470	1302	1673	1470	1302	1844	1645	1476
	INJECTION PRESSURE(FOUR)	kg/cm ²	2706	2237	1879	2706	2237	1879	2210	1910	1660	2174	1911	1692	2174	1911	1692	2380	2120	1900
	THEORETICAL SHOT VOLUME	cm ³	4710	5700	6785	4710	5700	6785	10220	11853	13607	15021	17090	19293	15021	17090	19293	20428	22902	25518
	SHOT WEIGHT(MPS)	g	4239	5130	6106	4239	5130	6106	9198	10667	12246	13519	15381	17363	13519	15381	17363	18385	20611	22966
		oz	149.4	180.8	215.2	149.4	180.8	215.2	324.1	375.9	431.5	476.4	542	611.9	476.4	542	611.9	649.6	728.3	811.5
CLAMPING SYSTEM	INJECTION RATE	cm ³ /sec	643	778	926	643	778	926	909	1054	1210	1467	1670	1885	1467	1670	1885	1452	1628	1815
	INJECTION RATE(FOUR)	cm ³ /sec	494	598	712	494	598	712	699	810	930	1129	1284	1450	1129	1284	1450	1117	1252	1395
	PLASTICIZING CAPACITY	kg/hr	304	365	434	304	365	434	481	558	641	641	729	823	641	729	823	823	923	1028
	SCREW REVOLVING SPEED	r/min	0-112			0-112			0-75			0-95			0-95			0-74		
	CLAMPING STROKE	mm	1260			1400			1700			1900			2100			2200		
	SPACE BETWEEN TIE BARS(mm)	mm	1120 x 1120			1220 x 1120			1520 x 1400			1800 x 1600			2000 x 1700			2200 x 1800		
ELECTRICAL SYSTEM	MOLD PLATEN DIMENSIONS(mm)	mm	1630 x 1630			1770 x 1670			2090 x 1970			2450 x 2250			2820 x 2520			3020 x 2620		
	RANGE OF MOLD HEIGHT	mm	300-1200			300-1400			500-1500			600-1700			700-1800			800-2000		
	HYDRAULIC EJECTOR STROKE	mm	320			320			320			350			350			350		
	PUMP MOTOR	hp	120			120			150			225			225			300		
	HEATER CAPACITY(220V)	kw	62.2			62.2			88			109.7			109.7			125.6		
	ALLOWABLE MAXIMUM PUMP PRESSURE	kg/cm ²	140			140			140			140			140			140		
MECHANICAL DIMENSIONS	MACHINE SIZE	M	12.2 x 2.5 x 2.4			14.0 x 2.7 x 2.5			14.6 x 2.8 x 2.8			16.5 x 3.0 x 3.0			18x 3.2 x 3.2			20 x 3.6 x 3.3		
	NET WEIGHT	ton	60			70			95			160			190			220		
	PACKING DIMENSION	M																		
	SHIPPING WEIGHT	ton																		
	PACKING DIMENSION(INJECTION UNIT)	M	4.8 x 2.7 x 2.0			4.8 x 2.7 x 2.0			7.0 x 2.8 x 3.0			7.7 x 3.0 x 3.2			7.7 x 3.0 x 3.2			8.5 x 3.5 x 3.5		
	SHIPPING WEIGHT	ton	18			18			24			32			32			65		
	PACKING DIMENSION(CLAMPING UNIT)	M	5.6 x 2.7 x 2.6			6.4x 2.8x 2.7			8.2x 3.0x 3.8			9.3 x 3.2 x 4.0			10.8x 3.2x 4.0			12x 3.8x 4.5		
	SHIPPING WEIGHT	ton	44			54			76			132			157			174		

SPARE AND ATTACHED PARTS

- | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------------------|-------|---------------------|-------|------------------------------|-------|
| ① FUSE | 4PCS | ② SCREW TIP | 1 SET | ③ SOLID STATE RELAY | 2PCS | ④ NOZZLE(LONG & SHORT) | 1 SET |
| ⑤ OIL SEAL | 1 SET | ⑥ LIMITED SWITCH | 1 PC | ⑦ MOLD FIXING IRON | 8SETS | ⑧ VIBRATION ABSORBING MOUNTS | 1 SET |
| ⑨ TOOLS KIT | 1 SET | ⑩ THERMOCOUPLE | 2SETS | ⑪ HEATER FOR NOZZLE | 2PCS | ⑫ HYDRAULIC EJECTOR ROD | 5PCS |
| ⑬ AMPMETER | 1 PC | ⑭ PROXIMITY SWITCH | 1 PC | ⑮ HEATER FOR BARREL | 1 PC | | |

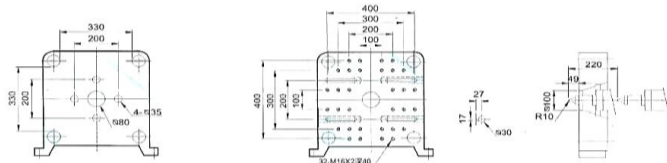
Gambar A.3 Spesifikasi Mesin Injeksi merk HWA CHIN MACHINERY FACTORY bagian 3

LAMPIRAN 4

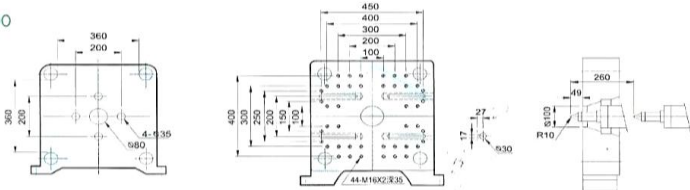
Mold Platen Dimensions

模具固定螺孔位置

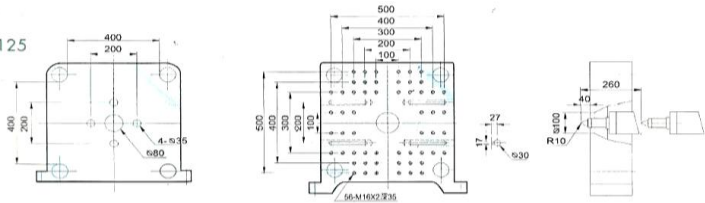
HC-80



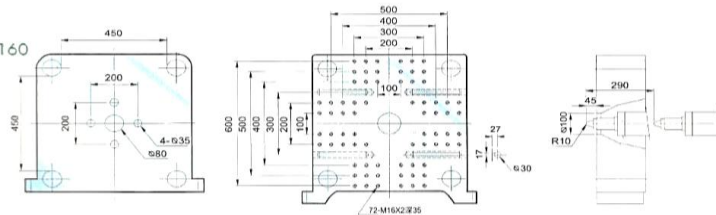
HC-100



HC-125



HC-160



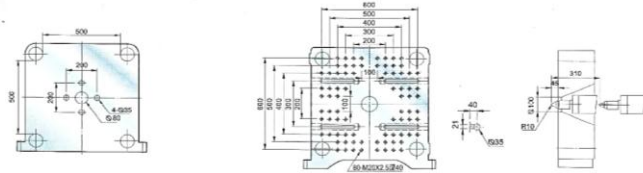
Gambar A.4 Dimensi *Mold Platen* untuk mesin injeksi merk **HWA CHIN MACHINERY FACTORY** bagian 1

LAMPIRAN 5

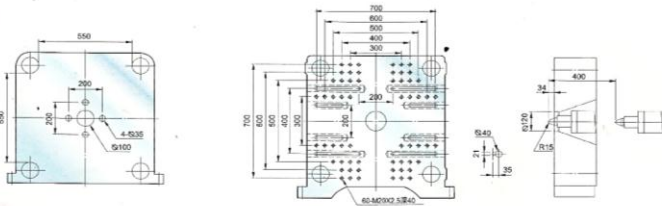
Mold Platen Dimensions

模具固定螺孔位置

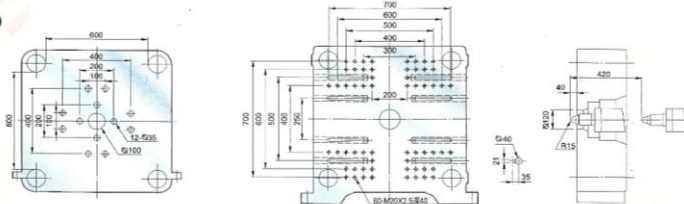
HC-210



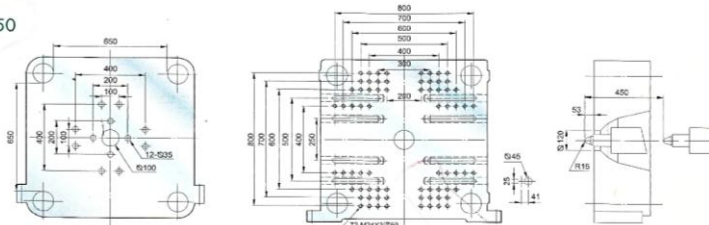
HC-250



HC-300

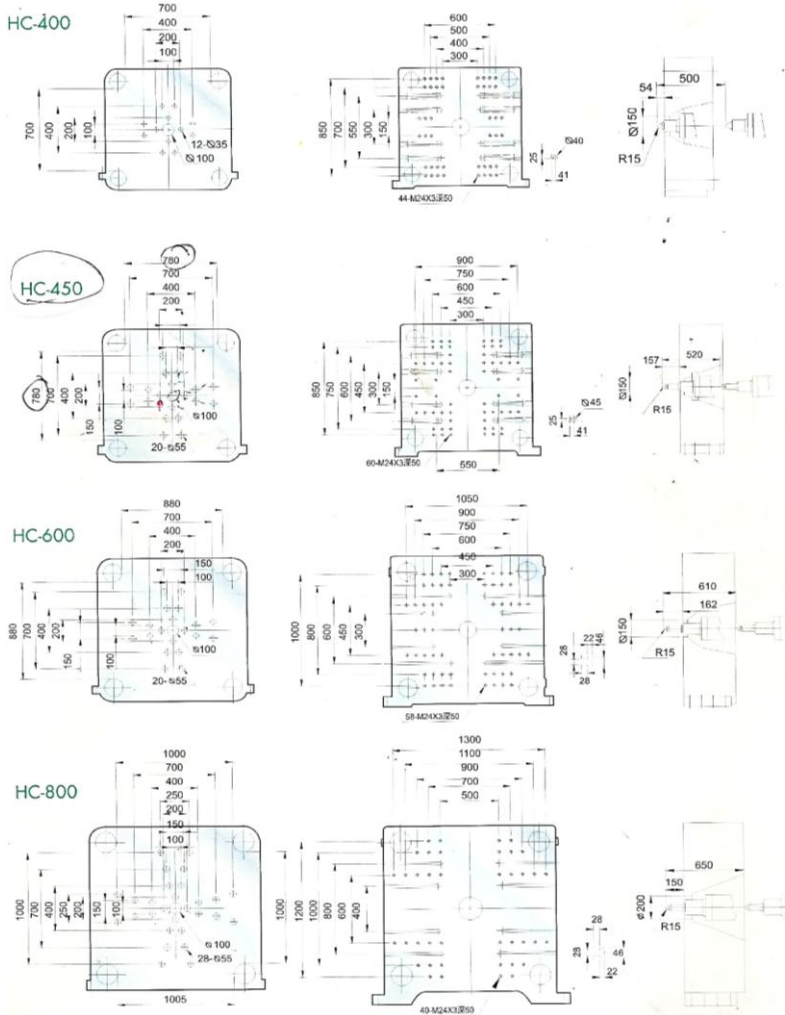


HC-350



Gambar A.5 Dimensi *Mold Platen* unuk mesin injeksi merk **HWA CHIN MACHINERY FACTORY** bagian 2

LAMPIRAN 6

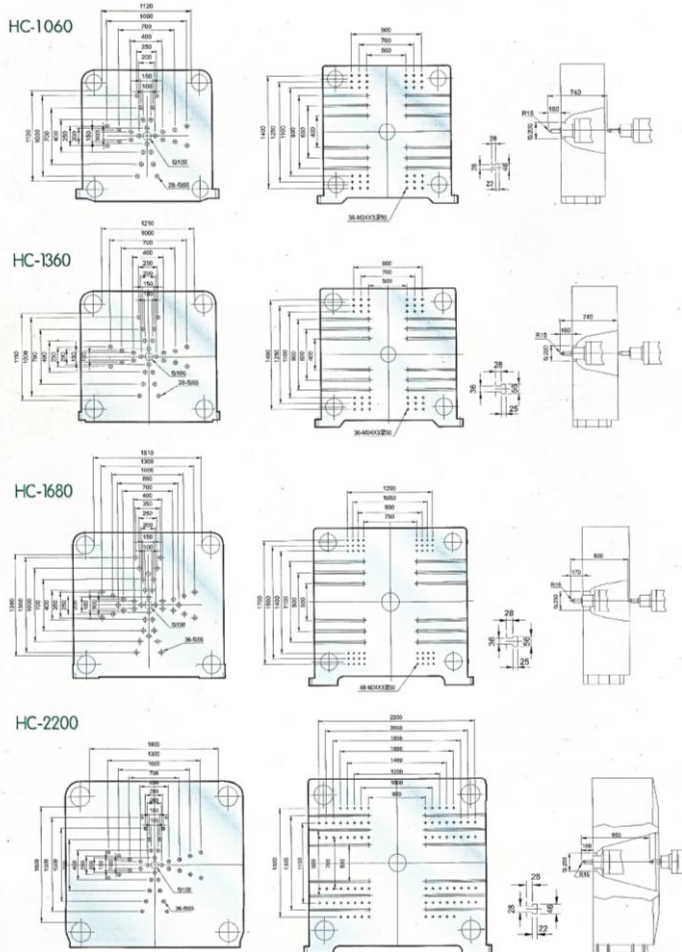


Gambar A.6 Dimensi *Mold Platen* unuk mesin injeksi merk *HWA CHIN MACHINERY FACTORY* bagian 3

LAMPIRAN 7

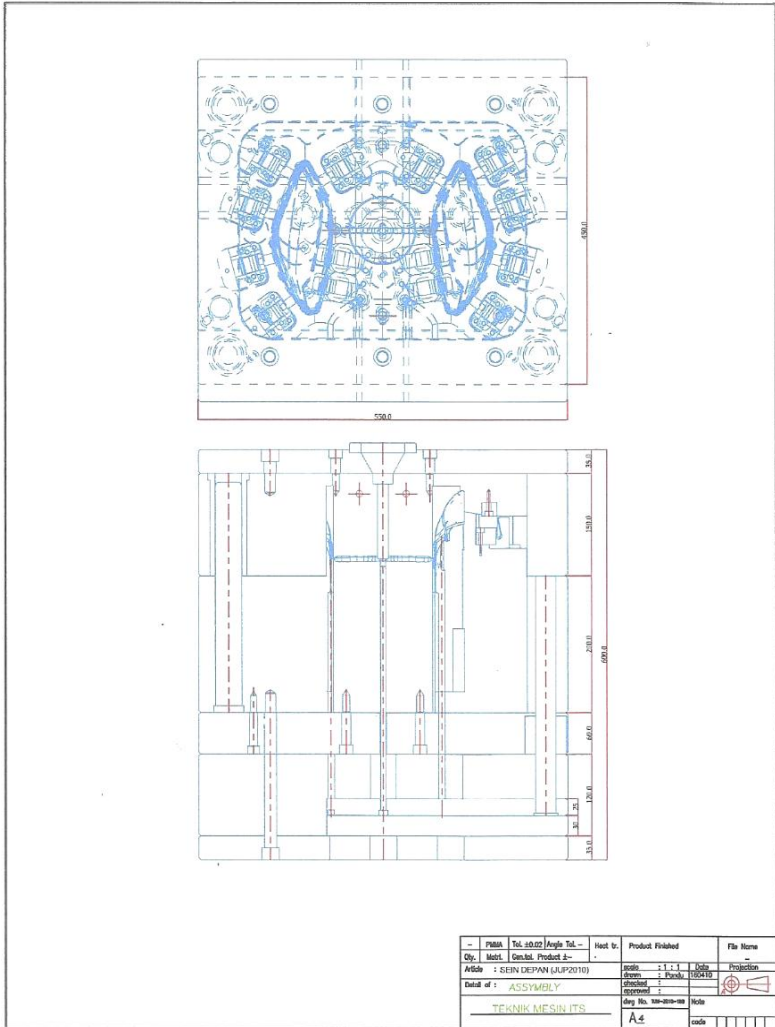
Mold Platen Dimensions

模具固定螺孔位置



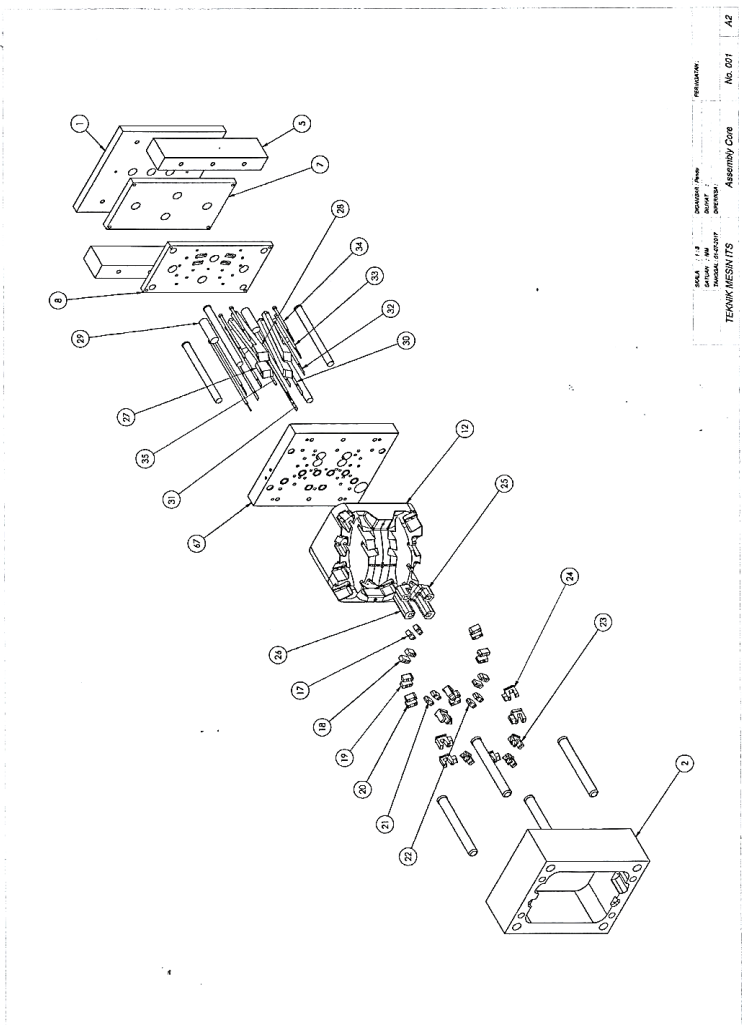
Gambar A.7 Dimensi *Mold Platen* untuk mesin injeksi merk **HWA CHIN MACHINERY FACTORY** bagian 4

LAMPIRAN 8



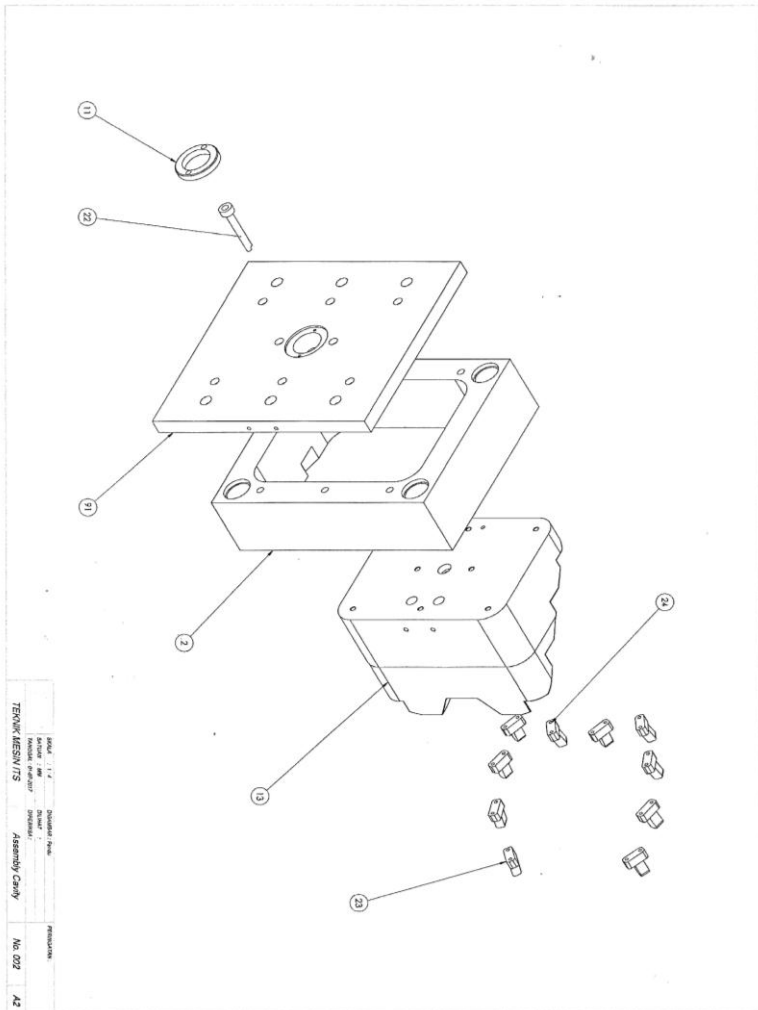
Gambar A.8 Detail *drawing assembly mold* mika lampu sein
Yamaha Jupiter Z 2010

LAMPIRAN 9



Gambar A.9 Gambar *explode core mold* mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010

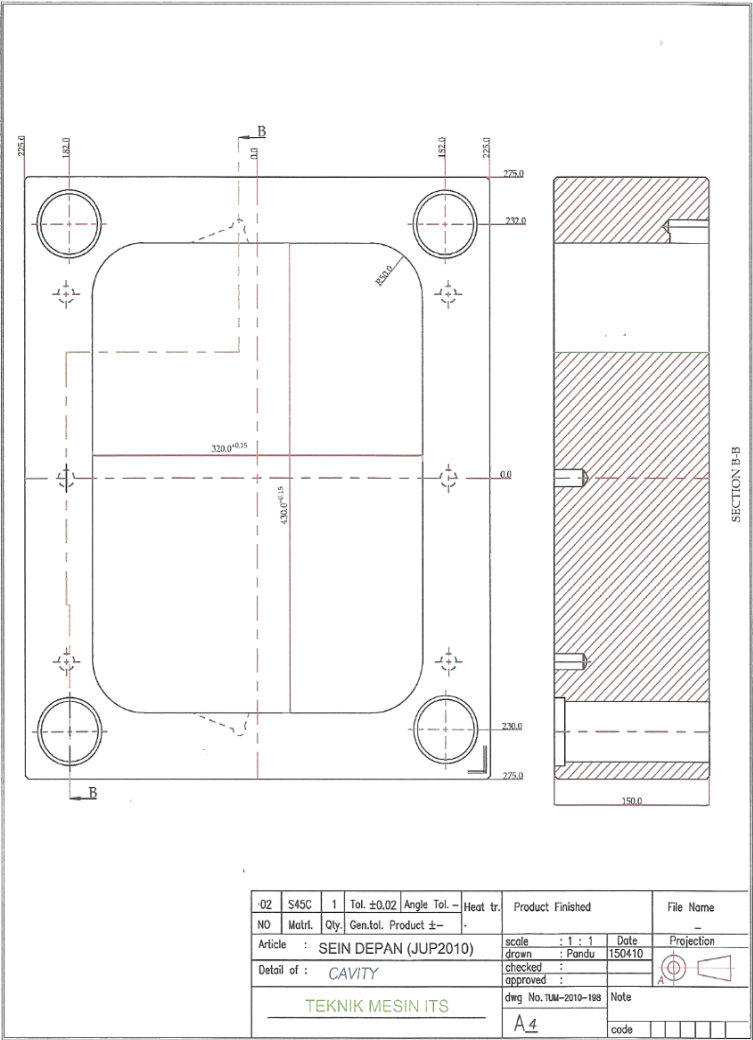
LAMPIRAN 10



Gambar A.10 Gambar *explode cavity mold* mika lampu sein Yamaha Jupiter Z 2010

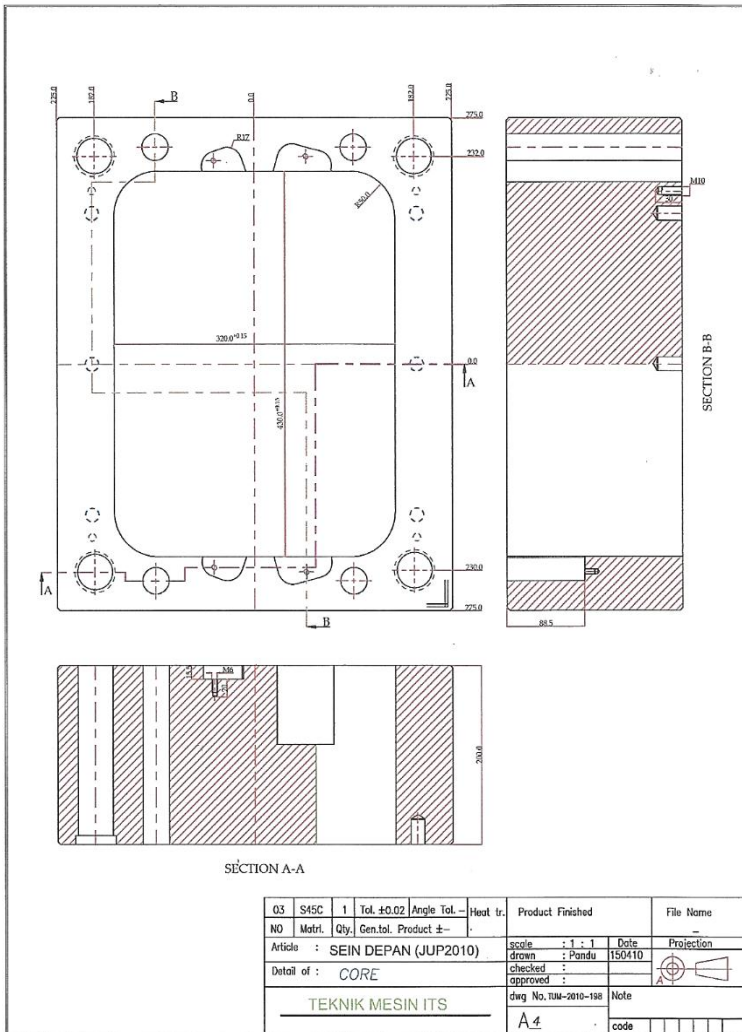
211

LAMPIRAN 12



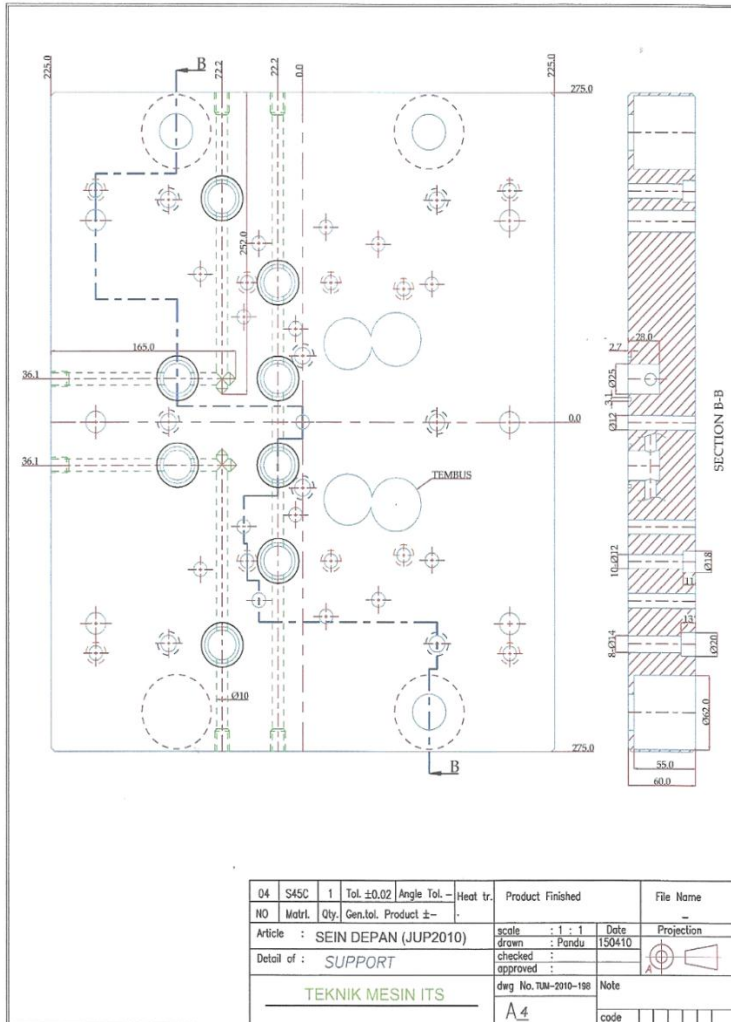
Gambar A.12 Detail *drawing* 2D untuk komponen *cavity plate*

LAMPIRAN 13



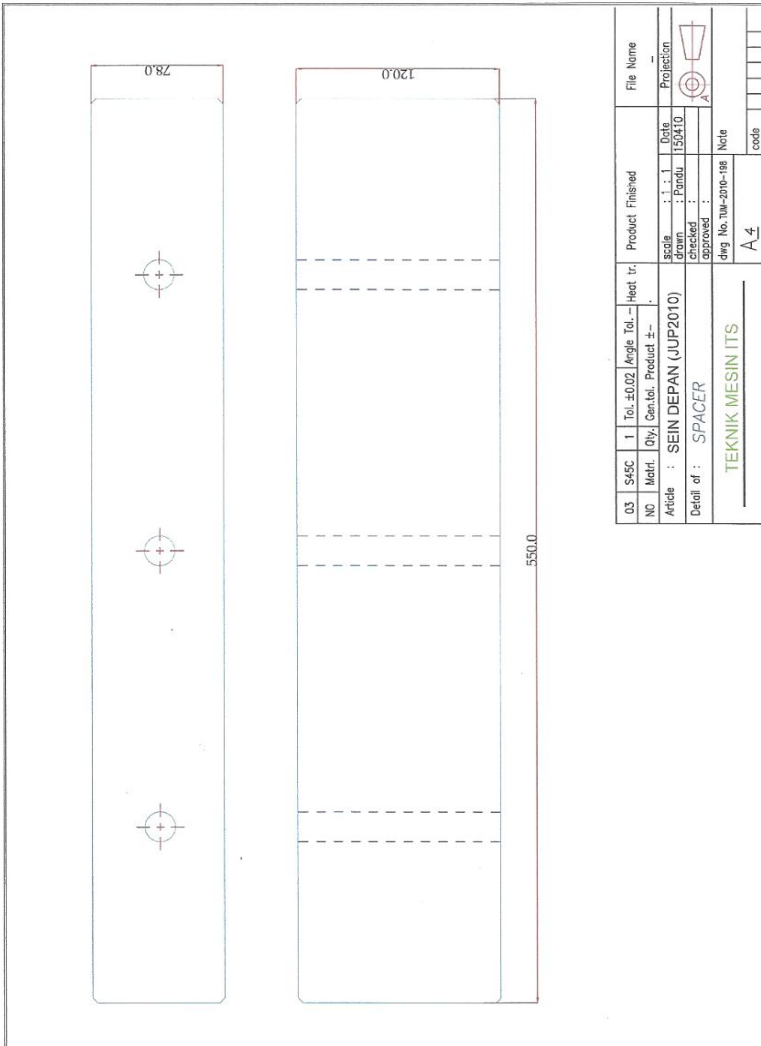
Gambar A.13 Detail *drawing* 2D untuk komponen *core plate*

LAMPIRAN 14



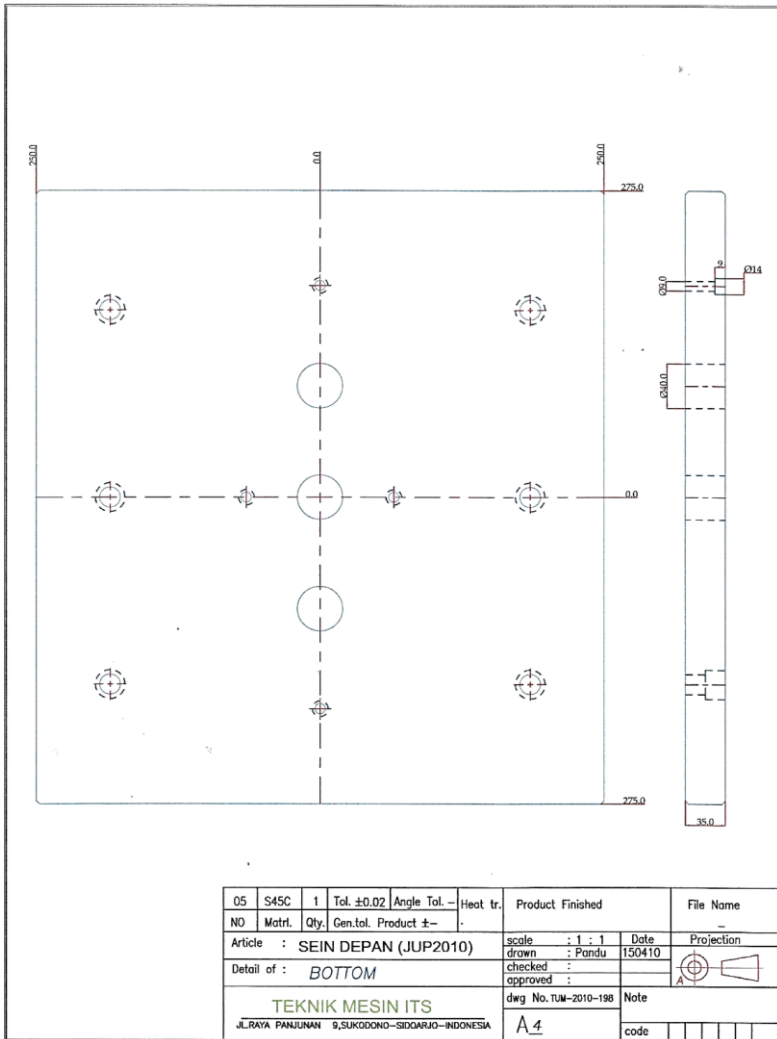
Gambar A.14 Detail *drawing* 2D untuk komponen *support plate*

LAMPIRAN 15



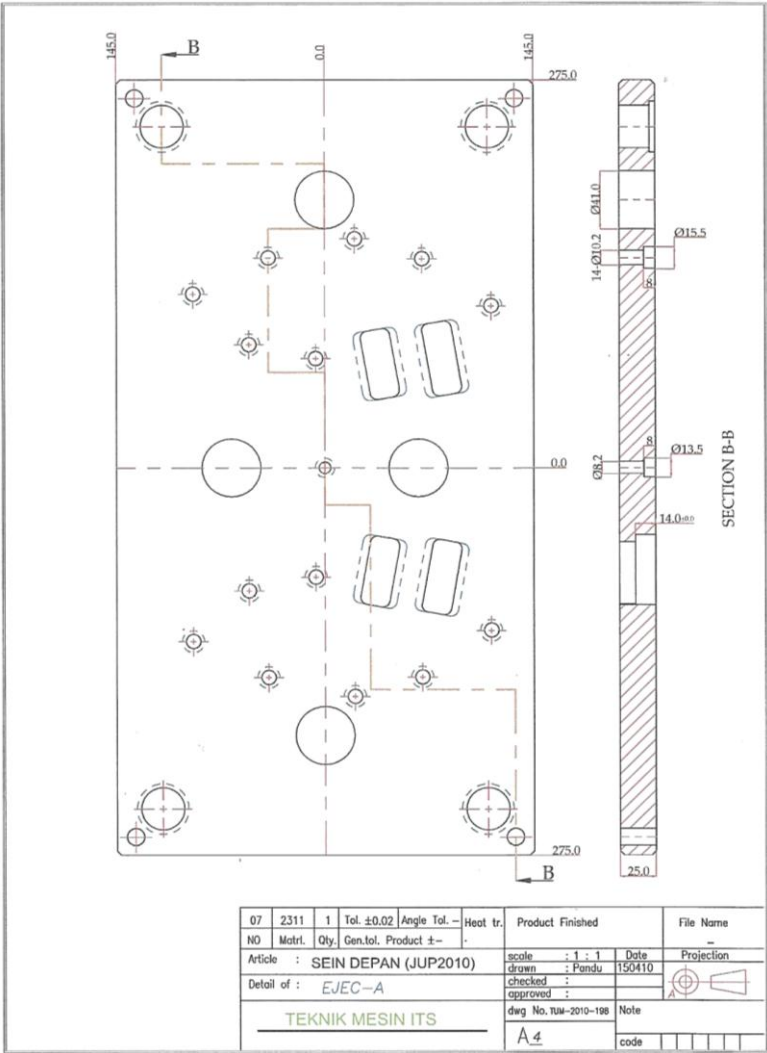
Gambar A.15 Detail *drawing* 2D untuk komponen *spcer plate*

LAMPIRAN 16



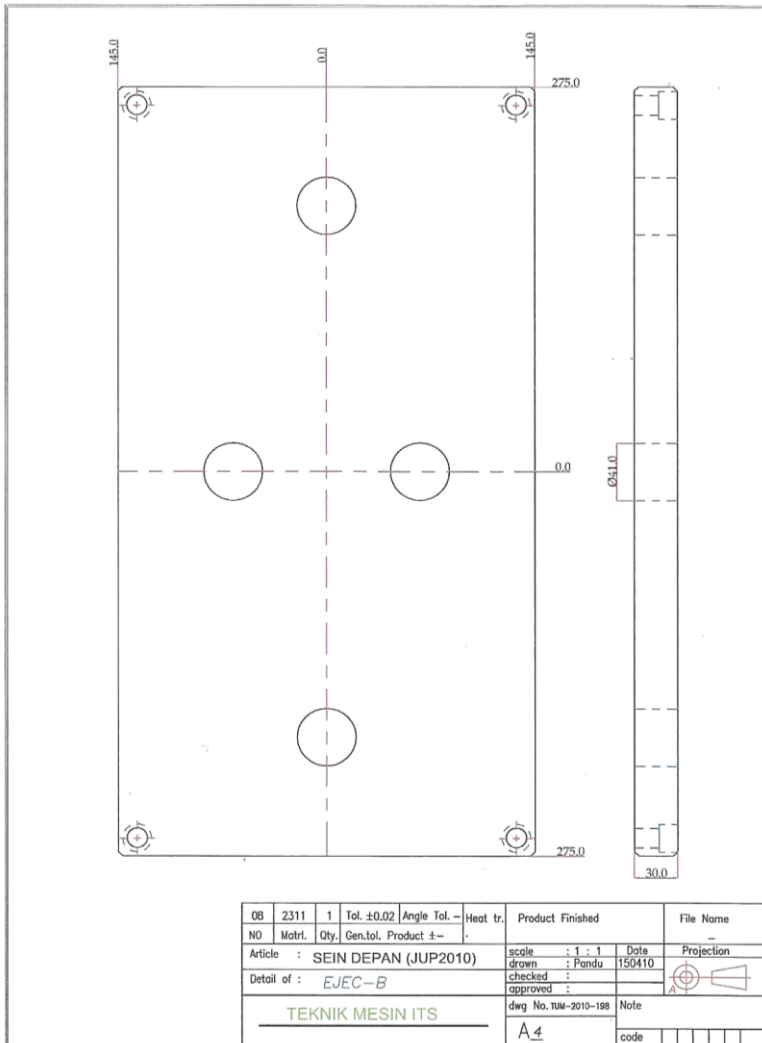
Gambar A.16 Detail drawing 2D untuk komponen *bottom plate*

LAMPIRAN 17



Gambar A.17 Detail drawing 2D komponen ejector plate A

LAMPIRAN 18



Gambar A.18 Detail *drawing* 2D komponen *ejector plate B*

LAMPIRAN 19

COIL SPRING

—LIGHT LOAD SWL—

D	d	L	Spring constant N/mm (kgf/mm)	Solid Height mm	F=LX32% Fmm	F=LX32% Load mm	F=LX32% Fmm	F=LX32% Load mm	Part Number	UPrice
D	d	L	Spring constant N/mm (kgf/mm)	Solid Height mm	F=LX32% Fmm	F=LX32% Load mm	F=LX32% Fmm	F=LX32% Load mm	Type D—L	1~19
6	3	15	13.1 (1.33)	8.6	4.8	5.4	6.0	6.6	SWL 6—15	15
		20	9.8 (1.00)	11.5	6.4	7.2	8.0	8.8	20	20
		25	7.8 (0.80)	14.4	8.0	9.0	10.0	11.0	25	25
		30	6.5 (0.67)	17.2	9.6	10.8	12.0	13.2	30	30
		35	5.6 (0.57)	20.1	11.2	12.6	14.0	15.4	35	35
		40	4.9 (0.50)	23.0	12.8	14.4	16.0	17.6	40	40
		10	24.5 (2.50)	5.4	3.2	3.6	4.0	4.4	SWL 8—10	10
		15	16.3 (1.67)	8.1	4.8	5.4	6.0	6.6	15	15
		20	12.3 (1.25)	10.8	6.4	7.2	8.0	8.8	20	20
		25	9.8 (1.00)	13.5	8.0	9.0	10.0	11.0	25	25
8	4	30	8.2 (0.83)	16.2	9.6	10.8	12.0	13.2	30	30
		35	7.0 (0.71)	18.9	11.2	12.6	14.0	15.4	35	35
		40	6.1 (0.63)	21.6	12.8	14.4	16.0	17.6	40	40
		45	5.4 (0.56)	24.3	14.4	16.2	18.0	19.8	45	45
		50	4.9 (0.50)	27.0	16.0	18.0	20.0	22.0	50	50
		55	4.5 (0.45)	29.7	17.6	19.8	22.0	24.0	55	55
		60	4.1 (0.42)	32.4	19.2	21.6	24.0	26.4	60	60
		65	3.8 (0.38)	35.1	20.8	23.4	26.0	28.6	65	65
		70	3.5 (0.35)	37.8	22.4	25.2	28.0	30.6	70	70
		75	3.3 (0.33)	40.5	24.0	27.0	30.0	32.6	75	75
10	5	80	3.1 (0.31)	43.2	25.6	28.8	32.0	35.2	80	80
		10	34.3 (3.50)	5.4	3.2	3.6	4.0	4.4	SWL 10—10	10
		15	22.9 (2.33)	8.1	4.8	5.4	6.0	6.6	15	15
		20	17.2 (1.75)	10.8	6.4	7.2	8.0	8.8	20	20
		25	13.7 (1.40)	13.5	8.0	9.0	10.0	11.0	25	25
		30	11.4 (1.17)	16.2	9.6	10.8	12.0	13.2	30	30
		35	9.8 (1.00)	18.9	11.2	12.6	14.0	15.4	35	35
		40	8.6 (0.88)	21.6	12.8	14.4	16.0	17.6	40	40
		45	7.6 (0.76)	24.3	14.4	16.2	18.0	19.8	45	45
		50	6.9 (0.70)	27.0	16.0	18.0	20.0	22.0	50	50
12	6	55	6.2 (0.62)	29.7	17.6	19.8	22.0	24.0	55	55
		60	5.7 (0.57)	32.4	19.2	21.6	24.0	26.4	60	60
		65	5.3 (0.53)	35.1	20.8	23.4	26.0	28.6	65	65
		70	4.9 (0.50)	37.8	22.4	25.2	28.0	30.6	70	70
		75	4.6 (0.47)	40.5	24.0	27.0	30.0	32.6	75	75
		80	4.3 (0.44)	43.2	25.6	28.8	32.0	35.2	80	80
		85	4.0 (0.40)	45.9	27.2	30.6	34.0	37.4	85	85
		90	3.8 (0.38)	48.6	28.8	32.4	36.0	39.6	90	90
		10	34.3 (3.50)	5.4	3.2	3.6	4.0	4.4	SWL 12—10	10
		15	22.9 (2.33)	8.1	4.8	5.4	6.0	6.6	15	15
14	7	20	25.7 (2.63)	10.8	6.4	7.2	8.0	8.8	20	20
		25	20.6 (2.10)	13.5	8.0	9.0	10.0	11.0	25	25
		30	17.2 (1.75)	16.2	9.6	10.8	12.0	13.2	30	30
		35	14.7 (1.50)	18.9	11.2	12.6	14.0	15.4	35	35
		40	12.9 (1.31)	21.6	12.8	14.4	16.0	17.6	40	40
		45	11.4 (1.17)	24.3	14.4	16.2	18.0	19.8	45	45
		50	10.3 (1.05)	27.0	16.0	18.0	20.0	22.0	50	50
		55	9.4 (0.95)	29.7	17.6	19.8	22.0	24.0	55	55
		60	8.6 (0.88)	32.4	19.2	21.6	24.0	26.4	60	60
		65	7.9 (0.81)	35.1	20.8	23.4	26.0	28.6	65	65
16	8	70	7.4 (0.75)	37.8	22.4	25.2	28.0	30.6	70	70
		75	6.9 (0.70)	40.5	24.0	27.0	30.0	32.6	75	75
		80	6.4 (0.66)	43.2	25.6	28.8	32.0	35.2	80	80
		85	5.7 (0.58)	45.9	27.2	30.6	34.0	37.4	85	85
		90	5.7 (0.58)	48.6	28.8	32.4	36.0	39.6	90	90
		10	34.3 (3.50)	10.8	6.4	7.2	8.0	8.8	SWL 14—10	10
		15	22.9 (2.33)	13.5	8.0	9.0	10.0	11.0	15	15
		20	17.2 (1.75)	16.2	9.6	10.8	12.0	13.2	20	20
		25	13.7 (1.40)	18.9	11.2	12.6	14.0	15.4	25	25
		30	11.4 (1.17)	21.6	12.8	14.4	16.0	17.6	30	30
18	9	35	10.3 (1.05)	27.0	16.0	18.0	20.0	22.0	35	35
		40	9.4 (0.95)	29.7	17.6	19.8	22.0	24.0	40	40
		45	8.6 (0.88)	32.4	19.2	21.6	24.0	26.4	45	45
		50	7.9 (0.81)	35.1	20.8	23.4	26.0	28.6	50	50
		55	7.4 (0.75)	37.8	22.4	25.2	28.0	30.6	55	55
		60	6.9 (0.70)	40.5	24.0	27.0	30.0	32.6	60	60
		65	6.4 (0.66)	43.2	25.6	28.8	32.0	35.2	65	65
		70	5.7 (0.58)	45.9	27.2	30.6	34.0	37.4	70	70
		75	5.7 (0.58)	48.6	28.8	32.4	36.0	39.6	75	75
		80	5.7 (0.58)	51.3	30.4	34.2	38.0	41.8	80	80
20	10	80	5.7 (0.58)	51.3	30.4	34.2	38.0	41.8	80	80
		85	5.7 (0.58)	54.0	32.0	36.0	40.0	44.0	85	85
		90	5.7 (0.58)	56.7	33.6	37.8	42.0	46.2	90	90
		95	5.7 (0.58)	59.4	35.2	39.6	44.0	48.4	95	95
		100	5.7 (0.58)	62.1	36.8	41.4	46.0	50.6	100	100
		10	34.3 (3.50)	10.8	6.4	7.2	8.0	8.8	SWL 20—10	10
		15	22.9 (2.33)	13.5	8.0	9.0	10.0	11.0	15	15
		20	17.2 (1.75)	16.2	9.6	10.8	12.0	13.2	20	20
		25	13.7 (1.40)	18.9	11.2	12.6	14.0	15.4	25	25
		30	11.4 (1.17)	21.6	12.8	14.4	16.0	17.6	30	30
22	11	35	10.3 (1.05)	27.0	16.0	18.0	20.0	22.0	35	35
		40	9.4 (0.95)	29.7	17.6	19.8	22.0	24.0	40	40
		45	8.6 (0.88)	32.4	19.2	21.6	24.0	26.4	45	45
		50	7.9 (0.81)	35.1	20.8	23.4	26.0	28.6	50	50
		55	7.4 (0.75)	37.8	22.4	25.2	28.0	30.6	55	55
		60	6.9 (0.70)	40.5	24.0	27.0	30.0	32.6	60	60
		65	6.4 (0.66)	43.2	25.6	28.8	32.0	35.2	65	65
		70	5.7 (0.58)	45.9	27.2	30.6	34.0	37.4	70	70
		75	5.7 (0.58)	48.6	28.8	32.4	36.0	39.6	75	75
		80	5.7 (0.58)	51.3	30.4	34.2	38.0	41.8	80	80
24	12	80	5.7 (0.58)	51.3	30.4	34.2	38.0	41.8	80	80
		85	5.7 (0.58)	54.0	32.0	36.0	40.0	44.0	85	85
		90	5.7 (0.58)	56.7	33.6	37.8	42.0	46.2	90	90
		95	5.7 (0.58)	59.4	35.2	39.6	44.0	48.4	95	95
		100	5.7 (0.58)	62.1	36.8	41.4	46.0	50.6	100	100
		10	34.3 (3.50)	10.8	6.4	7.2	8.0	8.8	SWL 24—10	10
		15	22.9 (2.33)	13.5	8.0	9.0	10.0	11.0	15	15
		20	17.2 (1.75)	16.2	9.6	10.8	12.0	13.2	20	20
		25	13.7 (1.40)	18.9	11.2	12.6	14.0	15.4	25	25
		30	11.4 (1.17)	21.6	12.8	14.4	16.0	17.6	30	30

(M) Equivalent of SWOSC—V (Silent Wire Oil Tempered Silicon for Valve)
 (L) Load calculation method: Load=N×mm×X×Deflection
 (International unit N=mm×X×Deflection)
 (kgf=mm×X×Deflection)
 (kgf=N×0.101972)



Order Part Number
SWL22—100

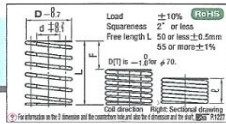


Days to Ship Stock

(*) Stock availability depends on subsidiary P.45

Gambar A.19 Daftar katalog komponen spring (biru) A

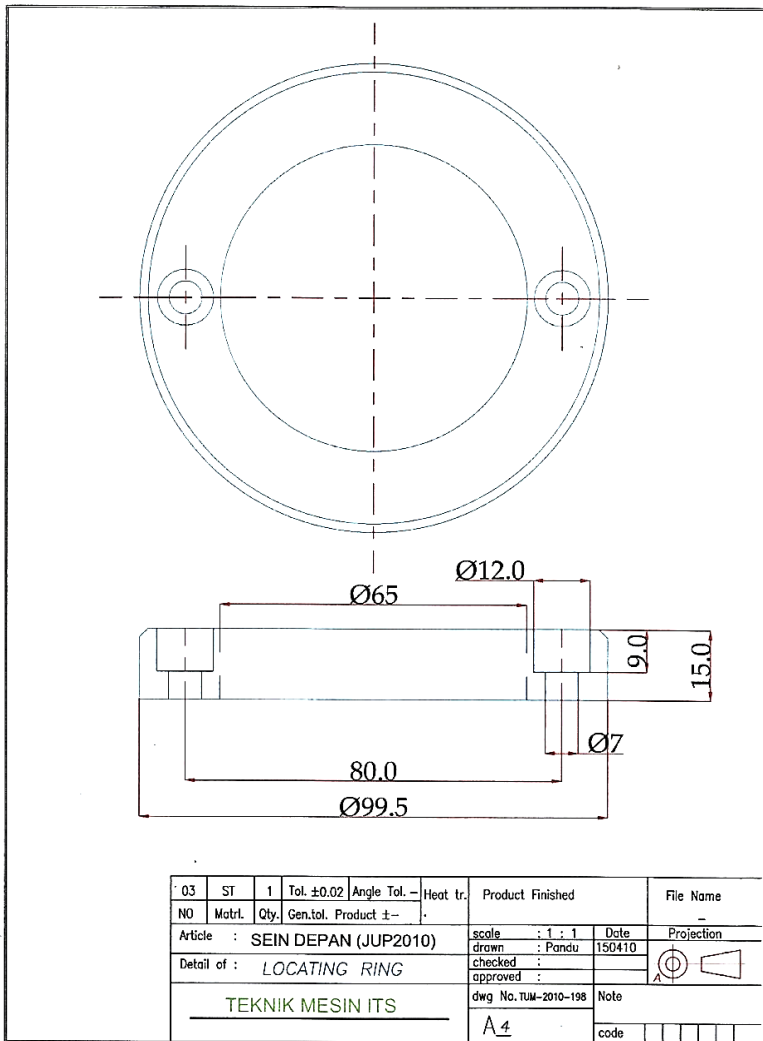
LAMPIRAN 20



D	d	L	Spring constant (mm/(kgf))	Self height (mm)	F=LX32% (mm)	F=LX36% (mm)	F=LX40% (mm)	Part Number	U/Pice	
Type D—L 1~19										
25	12.5	25	82.4	8.40	13.5	8.0	9.0	SWL 25-25	1	
		30	88.6	7.00	16.2	9.6	10.8	30	1	
		35	94.0	6.00	18.9	11.2	12.6	35	1	
		40	51.5	5.25	21.6	12.8	14.4	40	1	
		45	45.8	4.67	24.3	14.4	16.2	45	1	
		50	41.4	4.20	27.0	16.0	18.0	50	1	
		55	37.4	3.82	29.7	17.6	19.8	55	1	
		60	34.3	3.50	32.4	19.2	21.6	60	1	
		65	31.7	3.23	35.1	20.8	23.4	65	1	
		70	29.4	3.00	37.8	22.4	25.2	70	1	
		75	27.5	2.80	40.5	24.0	27.0	75	1	
		80	25.7	2.63	43.2	25.6	28.8	80	1	
27	13.5	90	22.9	2.39	46.0	28.8	32.4	90	1	
		100	20.6	2.10	54.0	32.0	36.0	100	1	
		125	18.5	1.88	67.5	40.0	45.0	125	1	
		150	17.1	1.49	81.0	48.0	54.0	150	1	
		175	11.8	1.20	94.5	56.0	63.0	175	1	
		200	10.3	1.03	108.0	64.0	72.0	80.0	200	1
		25	98.1	10.0	1.34	6.0	9.0	10.0	SWL 27-25	1
		30	81.7	8.53	16.2	9.6	10.8	12.0	30	1
		35	70.0	7.14	18.9	11.2	12.6	14.0	35	1
		40	61.5	6.25	21.6	12.8	14.4	16.0	40	1
		45	54.5	5.58	24.3	14.4	16.2	18.0	45	1
		50	48.0	5.00	27.0	16.0	18.0	20.0	50	1
27	13.5	55	44.6	4.55	29.7	17.6	19.8	22.0	55	1
		60	40.9	4.17	32.4	19.2	21.6	24.0	60	1
		65	37.7	3.89	35.1	20.8	23.4	26.0	65	1
		70	35.0	3.57	37.8	22.4	25.2	28.0	70	1
		75	32.7	3.39	40.5	24.0	27.0	30.0	75	1
		80	30.8	3.13	43.2	25.6	28.8	32.0	80	1
		90	27.2	2.78	48.0	28.8	32.4	36.0	90	1
		100	24.5	2.50	54.0	32.0	36.0	40.0	100	1
		125	19.8	2.00	67.5	40.0	45.0	50.0	125	1
		150	18.3	1.87	81.0	48.0	54.0	60.0	150	1
		175	14.0	1.43	94.5	56.0	63.0	70.0	175	1
		200	12.3	1.25	108.0	64.0	72.0	80.0	200	1
30	15	25	119	12.1	13.5	8.0	9.0	10.8	SWL 30-25	1
		30	98.0	10.1	16.2	9.6	10.8	12.0	30	1
		35	84.7	8.71	18.9	11.2	12.6	14.0	35	1
		40	74.1	7.58	21.6	12.8	14.4	16.0	40	1
		45	65.9	6.72	24.3	14.4	16.2	18.0	45	1
		50	59.3	6.00	27.0	16.0	18.0	20.0	50	1
		55	53.9	5.50	29.7	17.6	19.8	22.0	55	1
		60	49.4	5.04	32.4	19.2	21.6	24.0	60	1
		65	45.9	4.65	35.1	20.8	23.4	26.0	65	1
		70	42.4	4.30	37.8	22.4	25.2	28.0	70	1
		75	39.2	4.03	40.5	24.0	27.0	30.0	75	1
		80	37.1	3.78	43.2	25.6	28.8	32.0	80	1
30	15	90	32.9	3.30	46.0	28.8	32.4	36.0	90	1
		100	29.7	3.02	54.0	32.0	36.0	40.0	100	1
		125	23.7	2.42	67.5	40.0	45.0	50.0	125	1
		150	19.8	2.00	81.0	48.0	54.0	60.0	150	1
		175	16.8	1.73	94.5	56.0	63.0	70.0	175	1
		200	14.8	1.51	108.0	64.0	72.0	80.0	200	1
		40	101	10.3	21.6	12.8	14.4	16.0	SWL 35-40	1
		45	89.8	9.18	24.3	14.4	16.2	18.0	45	1
		50	80.9	8.24	27.0	16.0	18.0	20.0	50	1
		55	73.5	7.49	29.7	17.6	19.8	22.0	55	1
		60	67.4	6.87	32.4	19.2	21.6	24.0	60	1
		65	62.2	6.34	35.1	20.8	23.4	26.0	65	1
35	17.5	70	57.8	5.89	37.8	22.4	25.2	28.0	70	1
		75	53.9	5.50	40.5	24.0	27.0	30.0	75	1
		80	50.5	5.15	43.2	25.6	28.8	32.0	80	1
		90	44.9	4.58	48.0	28.8	32.4	36.0	90	1
		100	40.4	4.12	54.0	32.0	36.0	40.0	100	1
		125	32.3	3.30	67.5	40.0	45.0	50.0	125	1
		150	27.0	2.75	81.0	48.0	54.0	60.0	150	1
		175	23.1	2.38	94.5	56.0	63.0	70.0	175	1
		200	20.2	2.10	108.0	64.0	72.0	80.0	200	1
Operation frequency 0.5/100 times 50,000 times 50,000 times										

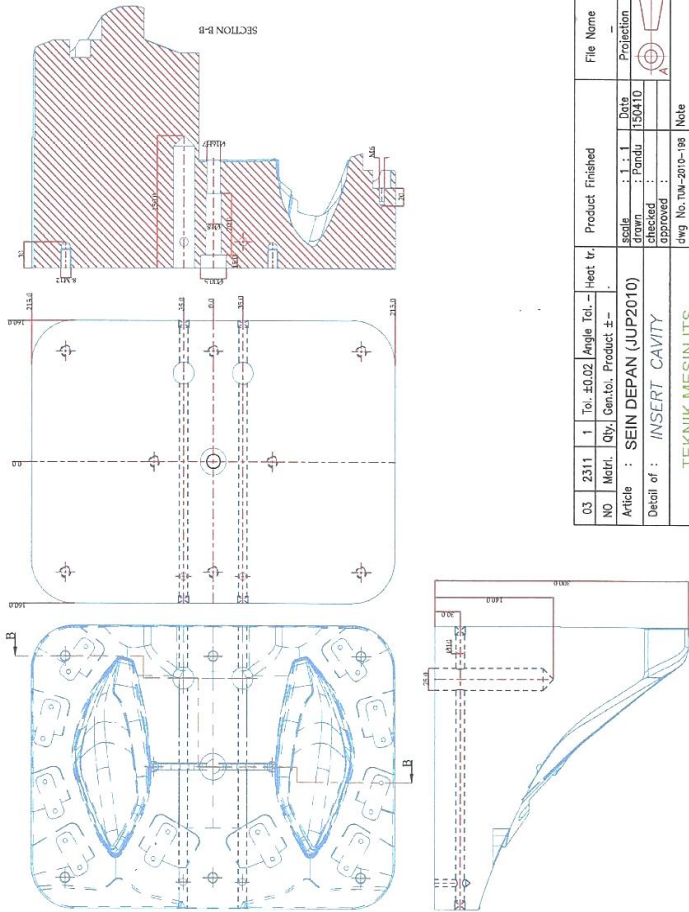
D	d	L	Spring constant	Self height	F=LX32%	F=LX36%	F=LX40%	Part Number	U/Pice	
			mm/(kgf)	mm	mm	mm	mm	Type D-L 1~19		
40	20	40	132	(12.3)	21.6	12.8	14.4	16.0	SWL 40-40	
		45	118	(12.2)	25.0	14.4	16.2	18.0	45	
		50	105	(12.0)	27.0	16.0	18.0	20.0	50	
		55	98.5	(9.81)	31.8	17.6	19.8	22.0	55	
		60	88.5	(8.99)	32.4	19.2	21.6	24.0	60	
		65	81.4	(8.20)	37.8	20.8	23.4	26.0	65	
		70	75.0	(7.71)	37.8	22.4	25.2	28.0	70	
		75	70.0	(7.20)	43.2	24.0	27.0	30.0	75	
		80	68.1	(6.75)	45.0	25.6	28.8	32.0	80	
		90	58.8	(6.00)	48.0	28.8	32.4	36.0	90	
		100	52.0	(5.40)	54.0	32.0	36.0	40.0	100	
		125	42.4	(4.20)	67.5	40.0	45.0	50.0	125	
50	25	140	38.3	(3.40)	81.0	44.0	54.0	60.0	140	
		175	30.2	(2.80)	94.5	56.0	63.0	70.0	175	
		200	26.5	(2.70)	108.0	64.0	72.0	80.0	200	
		225	23.5	(2.40)	122.0	72.0	81.0	90.0	225	
		250	21.2	(2.10)	135.0	80.0	90.0	100.0	250	
		275	19.2	(1.99)	149.0	88.0	99.0	110.0	275	
		300	17.6	(1.80)	172.0	96.0	108.0	120.0	300	
		50	168	(16.9)	21.6	12.8	14.4	16.0	SWL 50-50	
		55	151	(15.4)	29.7	17.6	19.8	22.0	55	
		60	138	(14.1)	32.4	19.2	21.6	24.0	60	
		65	127	(13.0)	35.1	20.8	23.4	26.0	65	
		70	118	(12.1)	37.8	22.4	25.2	28.0	70	
50	25	75	110	(11.3)	40.5	24.0	27.0	30.0	75	
		80	104	(10.8)	43.2	25.6	28.8	32.0	80	
		90	92.0	(9.38)	48.0	28.8	32.4	36.0	90	
		100	87.8	(8.44)	54.0	32.0	36.0	40.0	100	
		125	66.1	(7.19)	67.5	40.0	45.0	50.0	125	
		150	55.0	(5.63)	81.0	48.0	54.0	60.0	150	
		175	47.3	(4.82)	94.5	56.0	63.0	70.0	175	
		200	41.4	(4.20)	108.0	64.0	72.0	80.0	200	
		225	36.8	(3.58)	122.0	72.0	81.0	90.0	225	
		250	33.1	(3.30)	135.0	80.0	90.0	100.0	250	
		275	30.1	(3.07)	149.0	88.0	99.0	110.0	275	
		300	27.8	(2.81)	172.0	96.0	108.0	120.0	300	
60	30	350	23.1	(2.41)	208.0	112.0	126.0	140.0	350	
		400	20.7	(2.11)	216.0	128.0	144.0	160.0	400	
		450	18.4	(1.89)	252.0	144.0	162.0	180.0	450	
		500	16.6	(1.69)	270.0	160.0	180.0	200.0	500	
		60	199	(20.3)	32.4	19.2	21.6	24.0	SWL 60-60	
		70	170	(17.4)	37.8	22.4	25.2	28.0	70	
		80	149	(14.2)	43.2	25.6	28.8	32.0	80	
		90	133	(13.5)	48.0	28.8	32.4	36.0	90	
		100	119	(12.2)	54	32.0	36.0	40.0	100	
		125	94.4	(9.38)	67.5	40.0	45.0	50.0	125	
		150	79.5	(8.11)	81	48.0	54.0	60.0	150	
		175	68.1	(6.99)	94.5	56.0	63.0	70.0	175	
60	30	200	59.8	(5.98)	108	64.0	72.0	80.0	200	
		225	53.0	(5.40)	122.0	72.0	81.0	90.0	225	
		250	47.7	(4.89)	135	80.0	90.0	100.0	250	
		275	43.7	(4.20)	149.0	88.0	99.0	110.0	275	
		300	39.8	(4.00)	172.0	96.0	108.0	120.0	300	
		350	34.1	(3.47)	208.0	112.0	126.0	140.0	350	
		400	29.8	(3.04)	216.0	128.0	144.0	160.0	400	
		450	26.2	(2.70)	252.0	144.0	162.0	180.0	450	
		500	23.9	(2.49)	270.0	160.0	180.0	200.0	500	
70	35	70	214	(21.8)	40.2	22.4	25.2	28.0	SWL 70-70	
		80	187	(18.0)	45.9	25.6	28.8	32.0	80	
		90	169	(16.7)	51.7	27.2	30.6	34.0	90	
		100	149	(14.2)	57.4	30.2	33.6	38.0	100	
		125	125	(12.3)	71.8	40.0	45.0	50.0	125	
		150	103	(10.3)	85.5	48.0	54.0	60.0	150	
		175	85.8	(8.58)	102.0	56.0	63.0	70.0	175	
		200	74.7	(7.42)	118	64.0	72.0	80.0	200	
		250	59.8	(5.98)	143.5	80.0	90.0	100.0	250	
		300	52.0	(5.20)	172.0	96.0	108.0	120.0	300	
		350	42.7	(4.38)	208.0	112.0	126.0	140.0	350	
		Operation frequency				Per minute time	Per minute time	Per minute time		

LAMPIRAN 21



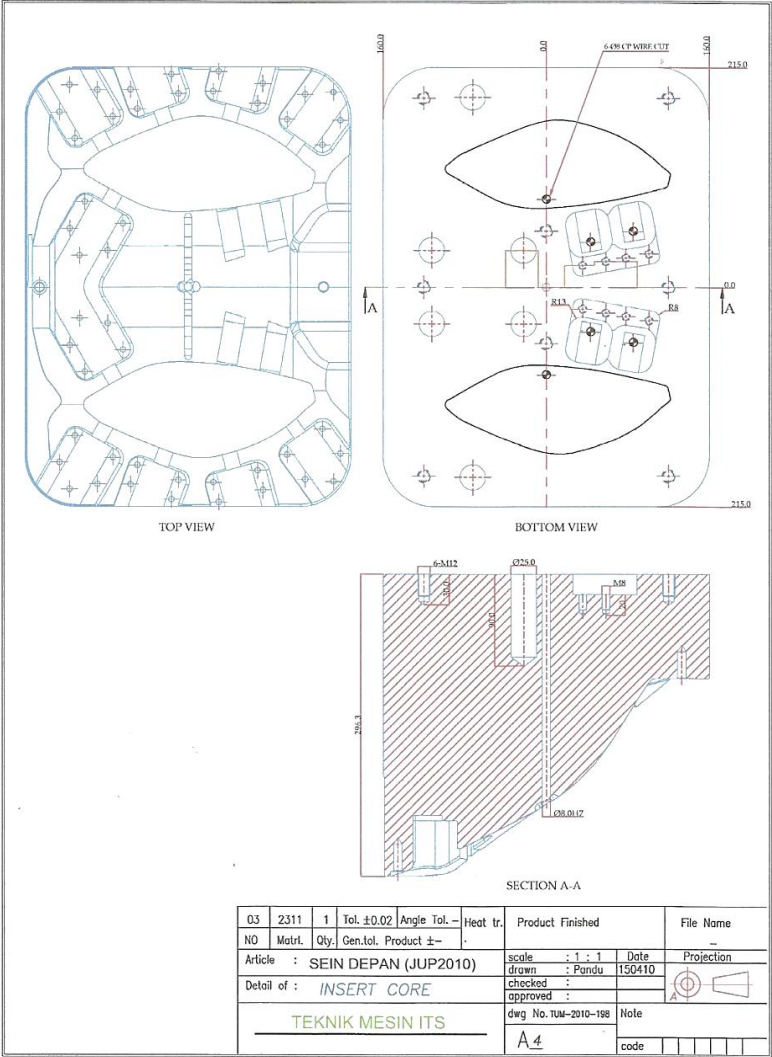
Gambar A.21 Detail *drawing* 2D komponen untuk *locating ring*

LAMPIRAN 22



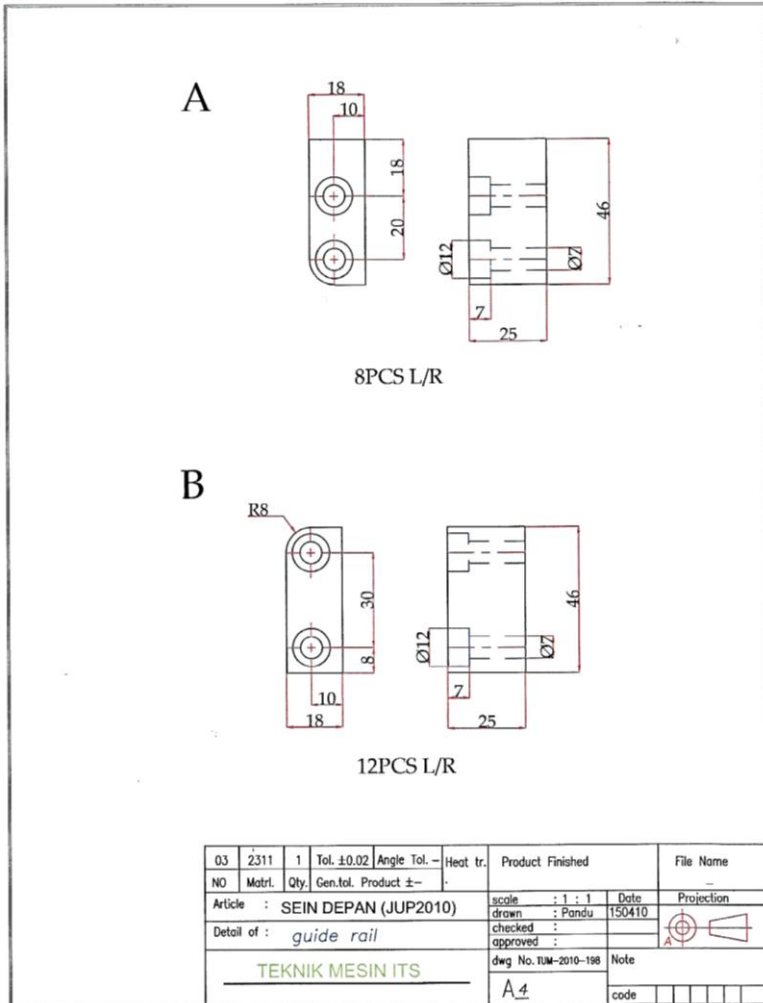
Gambar A.22 Detail *drawing* 2D komponen untuk *insert cavity*

LAMPIRAN 23



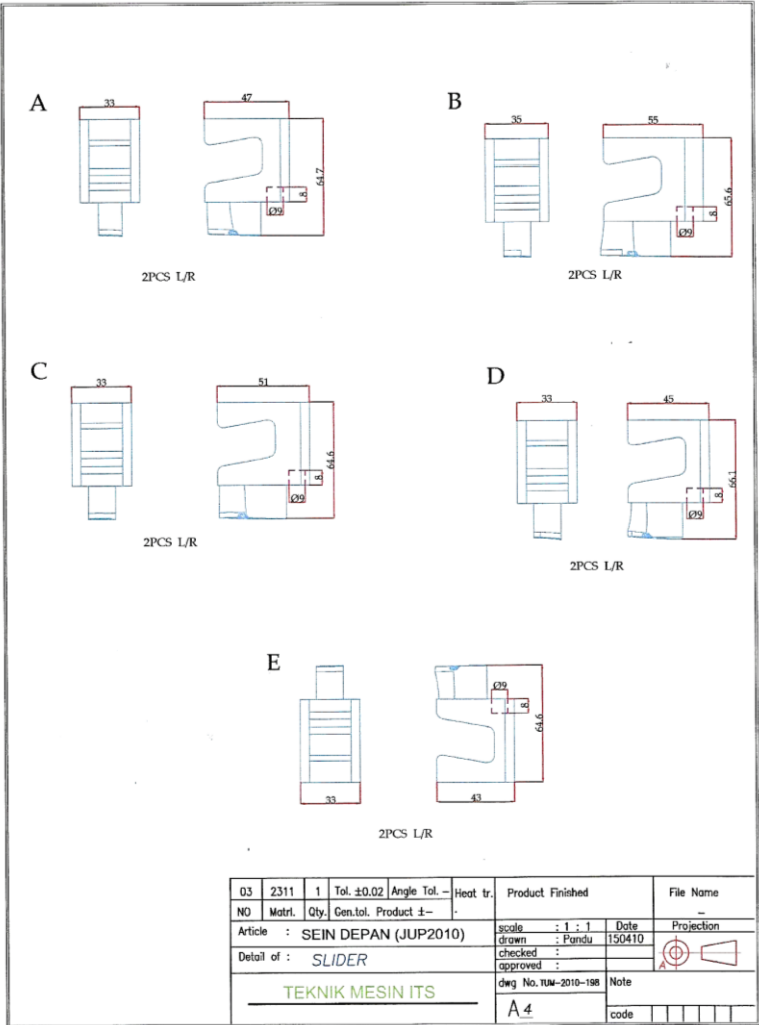
Gambar A.23 Detail *drawing* 2D komponen untuk *insert core*

LAMPIRAN 24



Gambar A.24 Detail *drawing* 2D komponen untuk *guide rail*
A dan B

LAMPIRAN 25



Gambar A.25 Detail *drawing* 2D komponen untuk *slider* A-E

LAMPIRAN 26

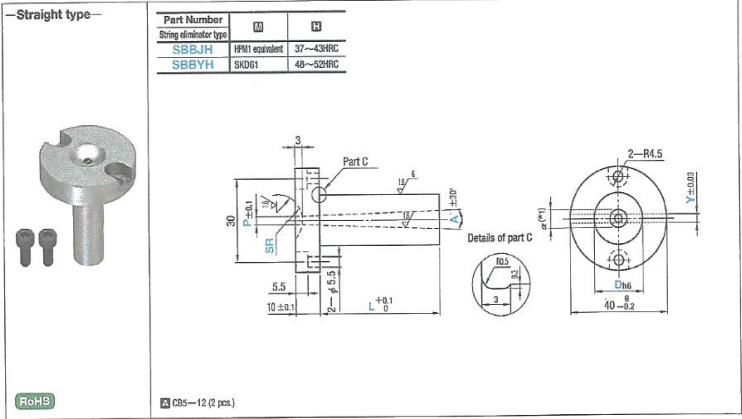
HPM1
equivalent
SKD61

SPRUE BUSHINGS

STRING ELIMINATOR TYPE

—NORMAL BOLT TYPE • FLANGE THICKNESS 10mm • BOARD THICKNESS (Y) SELECTION TYPE—

Details of string eliminator (BSE P.751)



D _{h6}	Part Number Type	D	L ^{(*)2} 0.1mm increments	SR	P	A [*] 0.5 increments	Y
10	—Straight type— String eliminator type (HPM1 equivalent) (SKD61) SBBJH SBBYH	10	0~120.0	0	2.5 ^{(*)3}		
13		13	0~150.0	10.5	3 ^{(*)3}	0.5 ^{(*)3}	0.5
16		16		11	3.5	4.0	0.6
				12	4		
				13	4.5		
				16			

(*)1 The value of α is set in accordance with L dimension.

(*)3 L dimension limits

Working limits

$D - \alpha \geq 2$

Conversion Chart of Hyperbolic Functions BSE P.1345

(*)2 L dimension is restricted by P and A.

P	2.5	3	3.5~4.5
A	0.5	1	1.5~4.0
L dimension limits	45	50	55

(Calculation of α value) $\alpha = P + 2(L + 0.5) \tan \frac{A}{2}$
U : with ZC alteration

Order

Part Number — L — SR — P — A — Y

SBBJH10 — 50.0 — SR11 — P3.5 — A2 — Y0.6

Days to Ship

3 Days

Delivery days depend on subsidiary BSE P.45

Quantity discount rate BSE P.45

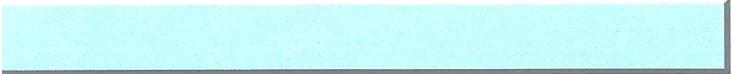
Price

Quantity	1~4	5~9	10~14	15~20
Rate	—	5%	10%	15%

To be quoted on price & lead time shown Max. Qty.

Gambar A.26 Katalog untuk komponen sprue bushing bagian

LAMPIRAN 27



⚠ Non JIS material definition is listed on P.1359 - 1380

Sprue bushings
Leading flange

■ Stringing elimination prevention machining position

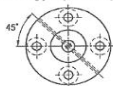
Shoulder type



Bolt type (2 holes)



Bolt type (4 holes)



■ List for sprue bushings with string eliminator

(Bolt Stopper type)

Category	Type	S45C	HPM1 equivalent	SKD61	DC53	Page
Normal bolt type (Flange thickness : 10mm) (P3.5, SR11)	Straight	Part Number	SBBPH-B	SBBKH-B	SBRSH-B	P.753
		Days to ship	3	3	3	
Normal bolt type (Flange thickness : 10mm)	Straight	Part Number	SBBPH	SBBKH	SBRSH	P.755
		Days to ship	3/5⑩	3/5⑩	3	
	Tapered	Part Number	SBGPH	SBGKH	SBGSH	P.755
		Days to ship	5⑩	5⑩	3	
Normal bolt type (Flange thickness : 10mm) (Board thickness selection)	Straight	Part Number	SBBJH	SBBYH	—	P.757
		Days to ship	3	3	—	
	Tapered	Part Number	SJACH	SJAMH	SJADH	P.759
		Days to ship	3	3	3	
Normal bolt type (Flange thickness : 10mm) Old JIS A type	Straight	Part Number	SJGCH	SJGMH	SJGDH	P.759
		Days to ship	3	3	3	
	Tapered	Part Number	SBBMH	SBBDH	—	P.761
		Days to ship	5⑩	5⑩	—	
Proper bolt type (Flange thickness : 10mm)	Straight	Part Number	SBGMH	SBGDH	—	P.761
		Days to ship	5⑩	5⑩	—	
	Tapered	Part Number	SBBHH	SBBTH	SBBXH	P.765
		Days to ship	5⑩	5⑩	5⑩	
Normal bolt type (Flange thickness : 10mm)	Straight	Part Number	SBGHH	SBGTH	SBGXH	P.765
		Days to ship	5⑩	5⑩	5⑩	
	Tapered	Part Number	SBBFH	SBBRH	—	P.767
		Days to ship	5⑩	5⑩	—	
Normal bolt type (Flange thickness : 20mm)	Straight	Part Number	SBGFH	SBGRH	—	P.767
		Days to ship	5⑩	5⑩	—	
	Tapered	Part Number	—	—	—	P.767
		Days to ship	—	—	—	

(Shoulder type)

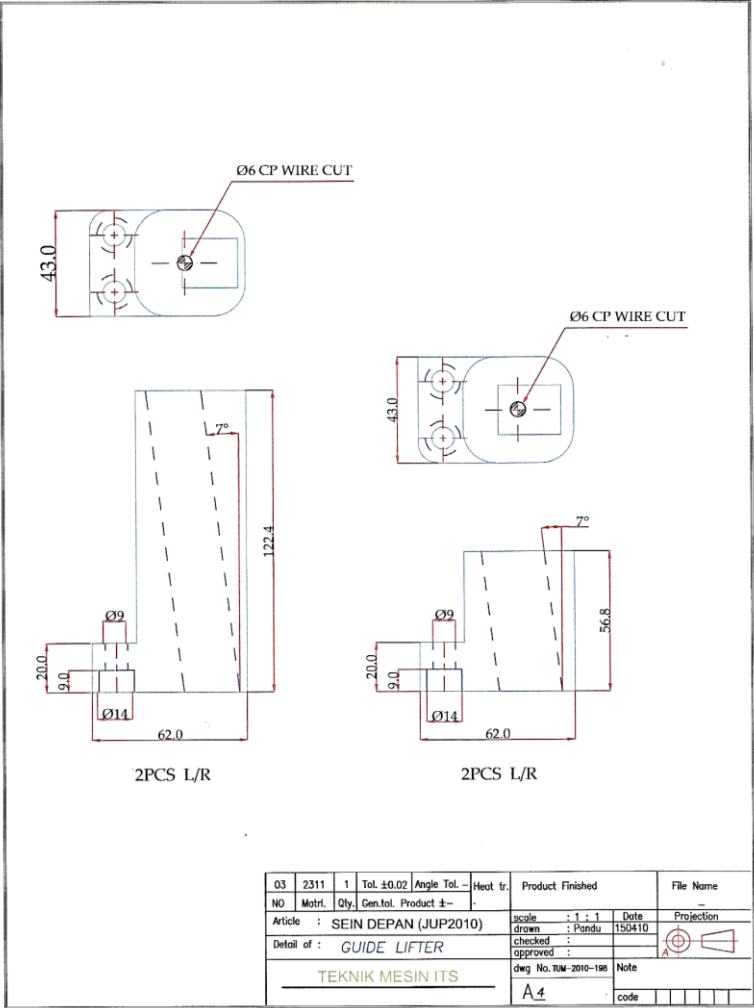
⚠ Delivery days depend on subsidiary. ⚠ P.46

Category	Type	S45C	HPM1 equivalent	SKD61	DC53	Page
Shoulder type	Straight	Part Number	SBSMH	SBSDH	SBSH	P.771
		Days to ship	5⑩	5⑩	3	
	Tapered	Part Number	SBTMH	SBTDH	SBTSH	P.771
		Days to ship	5⑩	5⑩	3	
Old JIS B type	Straight	Part Number	SJBCH	SJBMH	SJBDH	P.773
		Days to ship	3	3	3	
	Tapered	Part Number	SJTCH	SJTMH	SJTDH	P.773
		Days to ship	3	3	3	

⚠ Delivery days depend on subsidiary. ⚠ P.46

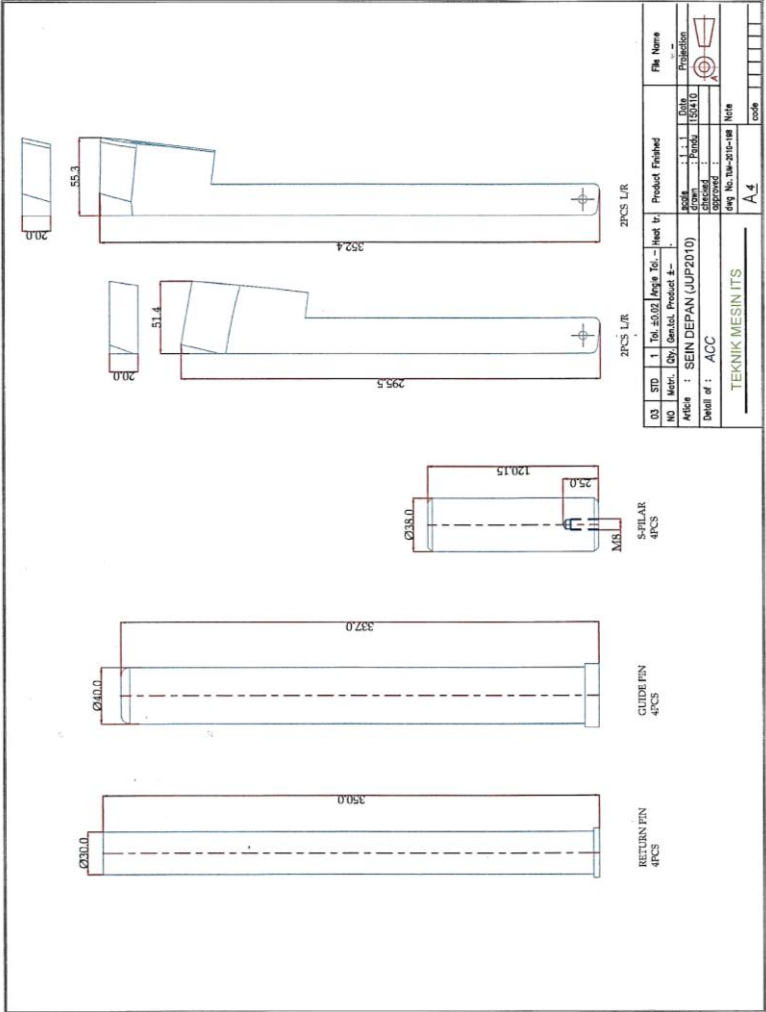
Gambar A.27 Katalog untuk komponen *sprue bushing* bagian 2

LAMPIRAN 28



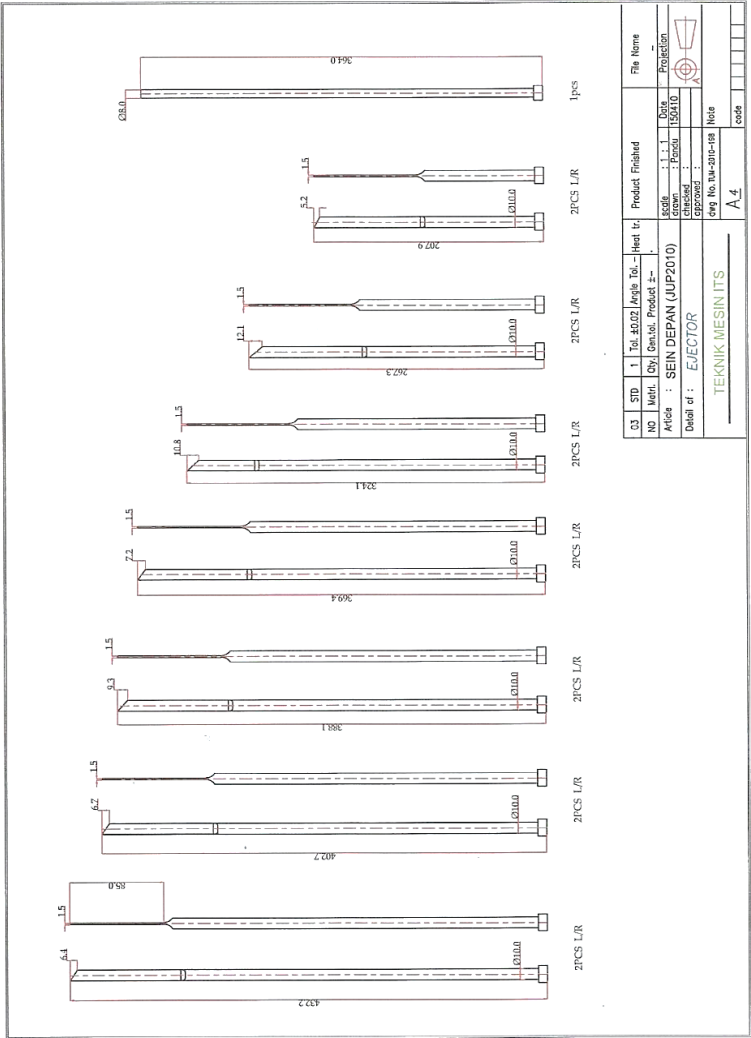
Gambar A.28 Detail drawing 2D komponen untuk guide lifter A & B

LAMPIRAN 29



Gambar A.29 Detail drawing 2D untuk komponen Lifter A & B, return pin, guide pin, dan support pillar

LAMPIRAN 30



Gambar A.30 Detail drawing 2D komponen untuk ejector pin A-G

LAMPIRAN 31

PRECISION LEADER PINS

— [HEAD • PLAIN] L DIMENSION SELECTION TYPE —

Plain	Oil groove
Leader pins with head	Leader Bushings

Roths

GPH (L dimension selection type)

• Details of tip GPH6 • GPH10

① Recommended mold temperature for the usage of a precision leader pin and bushing is 80°C or less because of a little clearance between them. (P.882) ② SLUZ
SBARC~
(Production hardening)

Order Part Number — L
GPH20 — 140

Days to Ship **Stock**
③ Stock availability depends on subsidiary. P.45

Price Quantity discount rate P.45

Quantity	1~9	10~19	20~29	30~50
Rate		5%	10%	15%

④ To be quoted on price & lead time above Max. Qty.

Chart of press-fit tolerance GPH

GPH Press Fit Dist

Example of mounting leader pins

(1) Head type

(2) Straight

(3) Bolt fixing (for large mold)

Gambar A.31 Katalog untuk komponen *precision leader pins* bagian 1

LAMPIRAN 32

Ⓜ Non JIS material definition is listed on P.1359 - 1360

Sliding part D	Press-fit section Dm5	T	H	E	N	Part Number Type	D	L selection	U/Price 1~9
8	8	5	11	3	14	GPH	8	30 35 40	
-0.015 -0.020	+0.012 +0.006		13	4	19		10	45 50 60 70	
10	10		17	14	19		12	30 35 40	
12	12		18	19	19		13	45 50 55 60 65 70	
13	13		19	14	14		16	30 35 40 45	
-0.020 -0.025	+0.015 +0.007		21	19	19		20	50 55 60 65 70 75	
16	16		24	14	14		25	40	
20	20		29	19	19		30	50 60 70	
25	25		34	19	19		35	80 90	
-0.025 -0.030	+0.017 +0.008		39	24	19		40	100 110	
30	30		44	29	19		45	120	
35	35		49	34	19		50	130 140 150 160	
40	40		54	39	19		55	60	
-0.030 -0.035	+0.020 +0.009		59	44	19		60	70 80	
45	45		64	49	19		65	90	
50	50		69	54	19		70	100 110	
55	55		74	59	19		75	120 130 140 150	
60	60		79	64	19		80	160 170 180 190 200	
-0.030 -0.050	+0.024 +0.011		84	69	19		85	70	
65	65		89	74	19		90	80 90	
70	70		94	79	19		95	100 110	
75	75		99	84	19		100	120 130 140 150	
80	80		104	89	19		105	160 170 180 190 200	
85	85		109	94	19		110	210 220 230	
90	90	114	99	19	115	240 250			
95	95	119	104	19	120	150			
100	100	124	109	19	125	170			
105	105	129	114	19	130	180 190 200 210 220			
110	110	134	119	19	135	230 240 250			
115	115	139	124	19	140	200 210 220			
120	120	144	129	19	145	240 250 260			
125	125	149	134	19	150	270 280			
130	130	154	139	19	155	290 300			
135	135	159	144	19	160	250 260 300			
140	140	164	149	19	165	320 340 360			
145	145	169	154	19	170	380 400 420			
150	150	174	159	19	175	350 370 390			
155	155	179	164	19	180	420 440 460			

Quotation

Ⓜ You can order products of the same size by designation the press-fit part length of the precision grade guide pin GPH. (Ⓜ P.887).

Gambar A.32 Katalog untuk komponen *precision leader pins* bagian 2

LAMPIRAN 33

LEADER BUSHINGS

— HEAD TYPE WITH NO OIL GROOVE —

Oil groove

Leader pins - Support pins

No oil groove

Leader bushings with head

RoHS

GBAM

SUJ2
 GBHRC~

d ₀₆		T	D _{ms}	H	L															
					L15	L20	L25	L30	L35	L40	L45	L50	L60	L70	L80	L90	L100	L110	L120	L130
8	+0.014	5	12	14	15	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	+0.005		14	16	15	20	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	+0.017		18	22	15	20	25	25	25	25	25	25	—	—	—	—	—	—	—	—
13	+0.017	6	20	25	15	20	25	25	25	25	25	—	—	—	—	—	—	—	—	
16	+0.006		25	30	15	20	25	30	35	30	30	30	—	—	—	—	—	—	—	
20			30	35	15	20	25	30	35	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
25	+0.020	8	35	40	25	30	35	40	45	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
28	+0.007		40	45	25	30	35	40	45	50	56	56	56	56	56	56	56	56	56	
30			42	47	30	35	40	45	50	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
32	+0.025	10	45	50	30	35	40	45	50	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
35	+0.009		54	61	30	35	40	45	50	60	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
40			55	61	30	35	40	45	50	60	70	80	80	80	80	80	80	80	80	
50		12	70	76	—	—	—	40	45	50	60	70	80	90	100	100	100	100	100	
60	+0.030		80	86	—	—	—	—	—	60	70	80	90	100	110	120	120	120	120	

Part Number		U/Price 1~9																	
Type	d	L15	L20	L25	L30	L35	L40	L45	L50	L60	L70	L80	L90	L100	L110	L120	L130	L140	L150
GBAM	8																		
	10																		
	12																		
	13																		
	16																		
	20																		
	25																		
	28																		
	30																		
	32																		
	35																		
	40																		
50																			
60																			

Quotation

Order

Part Number

L

—

80

GBAM35 — 80

Days to Ship

3

Days

Express A

P.46

Stock

Delivery days depend on subsidiary. P.45

 Stock availability depends on subsidiary. P.45

Price

Quantity discount rate P.45

Quantity	1~9	10~19	20~29	30~50
Rate	—	5%	10%	15%

To be quoted on price & lead time above Max. Q'ty

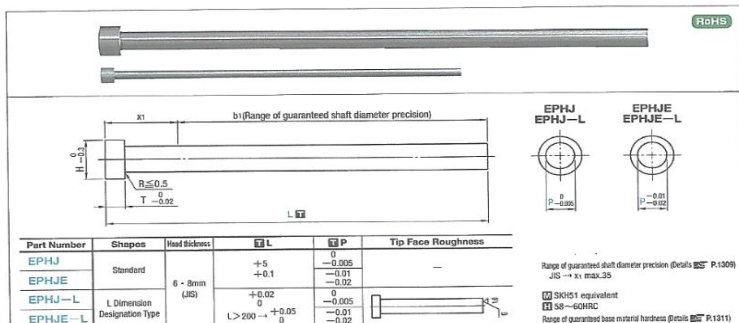
Gambar A.33 Katalog untuk komponen *leader bushing*

LAMPIRAN 34

High Speed Steel
SKH51
equivalent
JIS head

STRAIGHT EJECTOR PINS

—STANDARD / L DIMENSION DESIGNATION TYPE—



Standard

H	T	Part Number		L Selection					
		Type	P						
8	6	EPHJ (P _{-0.005})	4	100	150	200	250	300	
			4.5	100	150	200	250	300	
			5	100	150	200	250	300	350
			5.5	100	150	200	250	300	350
			6	100	150	200	250	300	350
			6.5	100	150	200	250	300	350
11	8	EPHJE (P _{-0.01})	7	100	150	200	250	300	350
			8	100	150	200	250	300	350
			9	100	150	200	250	300	350
			10	100	150	200	250	300	350
			12	150	200	250	300	350	

For JIS head type less than P4 is T=4, please place the order for 4mm head type of [EPHJ (P_{-0.005}) / EPHJE (P_{-0.01})] P.57

L Dimension Designation Type

H	T	Part Number		L 0.01mm increments
		Type	P	
8	6	EPHJ-L (P _{-0.005})	4	40.00~300.00
			4.5	
			5	
			5.5	
			6	
			6.5	
11	8	EPHJE-L (P _{-0.01})	7	40.00~350.00
			8	
			9	
			10	
			12	

For JIS head type less than P4 is T=4, please place the order for 4mm head type of [EPHJ-L (P_{-0.005}) / EPHJE-L (P_{-0.01})] P.59



Order

Part Number — L
EPHJ4 — 200
EPHJ-L5 — 210.00



Days to Ship

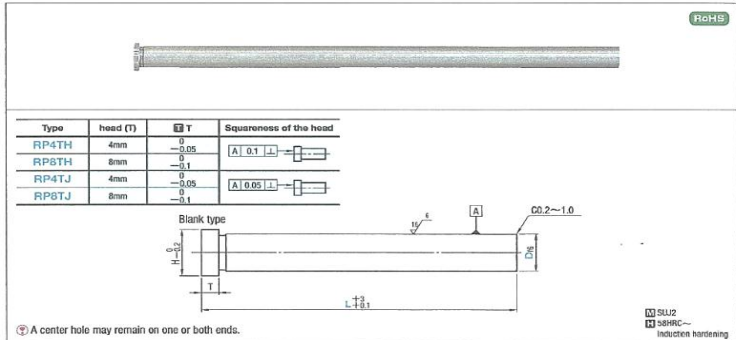
3 Days Express T Express A P.46
Delivery date depends on quantity P.48

Gambar A.34 Katalog untuk komponen *ejector pin*

LAMPIRAN 35

RETURN PINS

—BLANK TYPE—



H	D	Part Number	D	L
11	8	4mm head	8	150~250
15	10	RP4TH	10	150~300
17	12	(Squareness of the head: 0.1)	12	150~300
18	13	RP4TJ	13	150~300
20	15	(Squareness of the head: 0.05)	15	150~350
21	16		16	150~350
25	20		20	150~400
30	25		25	150~450
35	30		30	150~450
37	32		32	150~450
15	10	6mm head	10	150~300
17	12	RP8TH	12	150~300
18	13	(Squareness of the head: 0.1)	13	150~300
20	15	RP8TJ	15	150~350
21	16	(Squareness of the head: 0.05)	16	150~350
25	20		20	150~600 (450)*
30	25		25	150~600 (450)*
35	30		30	150~650 (450)*
37	32		32	150~650 (450)*
40	35		35	300~700
45	40		40	300~700
55	50		50	300~700

Order **Part Number** **RP4TH20** **L** **300** **Days to Ship** **3** **Days** **Express T** **Express A** **P.46**

* Delivery days depend on subsidiary. **SEP.46** **Express T** services not available for **RP8TH D=25~50, RP8TJ D=25~32**

(450)* **RP8TJ** When **D20~32, L=150~430**

Types and Diameters of Applicable Coil Springs (Details **P.1241~1248** · **1251~1256**)

Return pins	Coil springs for return pin					Coil springs	
D	SWY	SWU	SWR	SWS	SWN	SWF	SWL
8	φ12.5	φ14.5	φ14.5	φ14.5	φ14.5	φ18	—
10	φ16.5	φ17	φ17	φ17	φ17	φ20 · φ22	φ22
12	φ20.5	φ21	φ21	φ21	φ21	φ25 · φ27	φ27 · φ30
13	—	—	—	—	—	—	—
15	φ24.5	φ26	φ26	φ26	φ26	φ30 · φ35	φ35
16	—	—	—	—	—	—	—
20	φ30	φ31	φ31	φ31	φ31	φ40	φ40
25	φ37	φ37	φ37	φ37	φ37	φ50	φ50
30	φ42	φ43	φ43	φ44.5	—	φ60	—
32	—	—	—	φ46	—	—	—
35	—	—	—	φ50	—	φ70	φ70

Gambar A.35 Katalog untuk komponen *return pins*

BIOGRAFI PENULIS



Yohanes Pandu Tian Laksmana lahir di kota Surabaya, 08 Mei 1992. Putra pertama dari Alm. Bp. Cristianus Nurak dan Ibu Ruth Sumardi Ningsih. Penulis menyelesaikan pendidikan formal di SDK Santo Yusup karangpilang Surabaya lulus tahun 2004. Masuk di SMP Hang Tuah 2 Surabaya lulus pada tahun 2007. Lalu penulis melanjutkan jenjang pendidikannya di SMK St. Louis Surabaya jurusan teknik permesinan. Selepas tersebut penulis melanjutkan studi di S1

Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Di jurusan Teknik Mesin ini penulis mengambil konsentrasi pada bidang studi manufaktur dan masuk dalam Lab Perancangan dan Pengembangan Produk. Selama kuliah penulis juga bekerja sebagai karyawan di perusahaan yang bernama *CV. RANNOVA TECHNOLOGY* selama tujuh tahun. Penulis bahkan sudah bekerja sebelum masuk menjadi mahasiswa baru Teknik Mesin ITS sebagai *3D modelling* sampai sekarang menjadi *Technical Manager*. Selama tujuh tahun itu penulis mendapatkan banyak ilmu seperti, *Reverse Engineering*, *Product Development*, *3D Printing*, *3D Scanning*, *2D Inspection*, *3D Inspection*, dan mengerjakan proyek sebagai *Designer Engine* untuk proyek mesin SINJAI (Jawa Timur) yang berskala nasional, penulis juga banyak dikenal oleh dosen – dosen, serta teman – teman di kampusnya karena dia murah senyum dan penuh dengan semangat. Penulis juga di kenal sangat sayang dan cinta keluarganya semboyan hidupnya adalah “ Keluarga adalah yang utama”.